

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Klinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. H. G. Sergl)

Untersuchungen zur Reliabilität und Validität der Wechselgebissanalyse nach »Moyers«

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt von
HEINZ SACKREUTHER
aus Worms

1981

Mainz 1980



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Klinik und Poliklinik für
Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der

Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Prof. Dr. H.G. Sergl

UNTERSUCHUNGEN ZUR RELIABILITÄT UND VALIDITÄT
DER WECHSELGEBISSANALYSE NACH
" M O Y E R S "

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz
dem Fachbereich Medizin
vorgelegt von
Heinz Sackreuther
aus Worms

M A I N Z

19 8 0



Dekan : Professor Dr. med. H. Leithoff

1. Gutachter : Professor Dr. med. dent. H.G. Sergl

2. Gutachter : Professor Dr. med. dent. G. Siebert

Tag der mündlichen Prüfung: 4. Feb. 1981

1.	<u>Einleitung</u>	1
2.	<u>Aufgabenstellung</u>	2
2.1.	Problemstellung	2
2.2.	Methodik	2
2.2.1.	Auswahl der Stichprobe	2
2.2.2.	Bestimmung der Stichprobengröße	2
2.2.3.	Erhebung	2
2.2.4.	Erhebung der Daten	2
2.2.5.	Erhebung der Daten	2
2.2.6.	Erhebung der Daten	2
2.2.7.	Erhebung der Daten	2
2.2.8.	Erhebung der Daten	2
2.2.9.	Erhebung der Daten	2
2.2.10.	Erhebung der Daten	2
2.2.11.	Erhebung der Daten	2
2.2.12.	Erhebung der Daten	2
2.2.13.	Erhebung der Daten	2
2.2.14.	Erhebung der Daten	2
2.2.15.	Erhebung der Daten	2
2.2.16.	Erhebung der Daten	2
2.2.17.	Erhebung der Daten	2
2.2.18.	Erhebung der Daten	2
2.2.19.	Erhebung der Daten	2
2.2.20.	Erhebung der Daten	2
2.2.21.	Erhebung der Daten	2
2.2.22.	Erhebung der Daten	2
2.2.23.	Erhebung der Daten	2
2.2.24.	Erhebung der Daten	2
2.2.25.	Erhebung der Daten	2
2.2.26.	Erhebung der Daten	2
2.2.27.	Erhebung der Daten	2
2.2.28.	Erhebung der Daten	2
2.2.29.	Erhebung der Daten	2
2.2.30.	Erhebung der Daten	2
2.2.31.	Erhebung der Daten	2
2.2.32.	Erhebung der Daten	2
2.2.33.	Erhebung der Daten	2
2.2.34.	Erhebung der Daten	2
2.2.35.	Erhebung der Daten	2
2.2.36.	Erhebung der Daten	2
2.2.37.	Erhebung der Daten	2
2.2.38.	Erhebung der Daten	2
2.2.39.	Erhebung der Daten	2
2.2.40.	Erhebung der Daten	2
2.2.41.	Erhebung der Daten	2
2.2.42.	Erhebung der Daten	2
2.2.43.	Erhebung der Daten	2
2.2.44.	Erhebung der Daten	2
2.2.45.	Erhebung der Daten	2
2.2.46.	Erhebung der Daten	2
2.2.47.	Erhebung der Daten	2
2.2.48.	Erhebung der Daten	2
2.2.49.	Erhebung der Daten	2
2.2.50.	Erhebung der Daten	2
2.2.51.	Erhebung der Daten	2
2.2.52.	Erhebung der Daten	2
2.2.53.	Erhebung der Daten	2
2.2.54.	Erhebung der Daten	2
2.2.55.	Erhebung der Daten	2
2.2.56.	Erhebung der Daten	2
2.2.57.	Erhebung der Daten	2
2.2.58.	Erhebung der Daten	2
2.2.59.	Erhebung der Daten	2
2.2.60.	Erhebung der Daten	2
2.2.61.	Erhebung der Daten	2
2.2.62.	Erhebung der Daten	2
2.2.63.	Erhebung der Daten	2
2.2.64.	Erhebung der Daten	2
2.2.65.	Erhebung der Daten	2
2.2.66.	Erhebung der Daten	2
2.2.67.	Erhebung der Daten	2
2.2.68.	Erhebung der Daten	2
2.2.69.	Erhebung der Daten	2
2.2.70.	Erhebung der Daten	2
2.2.71.	Erhebung der Daten	2
2.2.72.	Erhebung der Daten	2
2.2.73.	Erhebung der Daten	2
2.2.74.	Erhebung der Daten	2
2.2.75.	Erhebung der Daten	2
2.2.76.	Erhebung der Daten	2
2.2.77.	Erhebung der Daten	2
2.2.78.	Erhebung der Daten	2
2.2.79.	Erhebung der Daten	2
2.2.80.	Erhebung der Daten	2
2.2.81.	Erhebung der Daten	2
2.2.82.	Erhebung der Daten	2
2.2.83.	Erhebung der Daten	2
2.2.84.	Erhebung der Daten	2
2.2.85.	Erhebung der Daten	2
2.2.86.	Erhebung der Daten	2
2.2.87.	Erhebung der Daten	2
2.2.88.	Erhebung der Daten	2
2.2.89.	Erhebung der Daten	2
2.2.90.	Erhebung der Daten	2
2.2.91.	Erhebung der Daten	2
2.2.92.	Erhebung der Daten	2
2.2.93.	Erhebung der Daten	2
2.2.94.	Erhebung der Daten	2
2.2.95.	Erhebung der Daten	2
2.2.96.	Erhebung der Daten	2
2.2.97.	Erhebung der Daten	2
2.2.98.	Erhebung der Daten	2
2.2.99.	Erhebung der Daten	2
2.2.100.	Erhebung der Daten	2

Gewidmet in tiefer Dankbarkeit
meinen Eltern

<u>Gliederung :</u>	Seite
1. <u>Bedeutung der Stützzone</u>	1
2. <u>Aufgabenstellung der Arbeit</u>	6
2.1. Objektivität	8
2.2. Reliabilität	9
2.2.1. Aspekte der Reliabilität	10
2.2.2. Bestimmung und Wert der Reliabilität	12
2.3. Validität	14
2.3.1. Kriterien und Aspekte der Validität	14
2.3.2. Methoden der Validitätsbestimmung	15
2.3.3. Anforderung an die Validität eines Testes	16
3. <u>Wesen der Methode</u>	17
3.1. Einführung	17
3.2. Das Vorgehen im Mandibularbogen	22
3.3. Das Vorgehen im Maxillarbogen	24
4. <u>Fehlermöglichkeiten und Kritik an der Methode</u>	25
4.1. Fehlermöglichkeiten	25
4.1.1. Allgemeine Überlegungen	25
4.1.2. Fehlerarten	26
4.2. Kritik an der Methode	33
4.2.1. Stellenwert der Modellanalyse	33
4.2.2. Frage nach der Übertragbarkeit der Werte vom Modell in den Mund	34
4.2.3. Kritik am Meßinstrument	35
4.2.4. Systematische Fehler, die in der Methode begründet sind	35
4.2.5. Allgemeingültigkeitsanspruch der Moyers- tabellen.	35
4.2.6. Kritik an 75 %- Niveau	36
4.2.7. Kritik an der Geschlechtslosigkeit der Methode	37
4.2.8. Liegt eine Rechts- Links- Differenz vor ?	37

5.	<u>Eigene Untersuchungen</u>	39
5.1.	Material	39
5.2.	Methode	40
5.2.1.	Meßmethoden	40
5.2.1.1.	Definitionen	40
5.2.1.2.	Meßinstrument und Meßtechnik	41
5.2.1.3.	Meßwiederholungsmethode	41
5.2.1.4.	Meßvorschrift	42
5.2.2.	Auswertmethoden	43
5.2.2.1.	Betrachtung zur Statistik	44
5.2.2.2.	Auswertung mittels mittlerer relativer Abweichungen	45
5.2.2.3.	Verteilung der Vorzeichen	46
5.3.	Ergebnisse und graphische Darstellungen	47
5.4.	Diskussion	70
5.4.1.	Interpretation	70
5.4.1.1.	Betrachtungen zur Statistik der gemessenen Merkmale	70
5.4.1.2.	Mittlere relative Abweichungen	72
5.4.1.3.	Verteilung der Vorzeichen	74
5.4.2.	Vergleiche mit anderen Untersuchungen, kritische Wertung und Schlußfolgerungen	76
6.	<u>Zusammenfassung</u>	81
7.	<u>Schrifttum</u>	83
8.	<u>Lebenslauf</u>	90

1. Einleitung :

Die Bedeutung der Stützzone:

Eine der Kernfragen in der kieferorthopädischen Behandlungsplanung ist die Frage, ob im Zahnbogen bei korrekter Achsenneigung alle Zähne Platz finden. Daran knüpft sich unmittelbar die Frage der Platzbeschaffung, die weitreichende therapeutische Entscheidungen erfordert. Die Frage ist in der Wechselgebißperiode nicht leicht zu beantworten. Sie konzentriert sich weitgehend auf die Beurteilung der Stützzone.

Darunter versteht man den Abstand der Distalkante des seitlichen Schneidezahnes von der Mesialfläche des ersten Molaren (SERGL, 1978).

TRÄNKMANN (1979) definiert die Stützzone als den sagittalen Abstand zwischen der distalen Begrenzung des seitlichen Schneidezahnes und der mesialen des Sechsjahrmolaren in den vier Kieferquadranten; die Vertikale ist gegeben durch die Länge der klinischen Kronen der Zähne.

Der Zahnwechsel erfolgt im Laufe der Gebißentwicklung nach einer bestimmten und zweckmäßigen Durchbruchfolge. Über die zeitliche Folge und den Modus des Zahnwechsels gibt es etliche Untersuchungen und Tabellen; näheres entnehme man bitte der einschlägigen Fachliteratur.

Zwischen der Milchstützzone und der Permanenten besteht eine Differenz; sie ist kleiner. Die Differenz wird als Platzreserve bezeichnet (TRÄNKMANN, 1979).

Die beiden Kronen der Milchmolaren je Stützzone besitzen fast immer eine größere sagittale Gesamtbreite als die beiden Kronen der nachfolgenden Prämolaren. Vor allem der relativ große Unterschied, der jeweils zwischen der Kronenbreite des zweiten Milchmolaren und des zweiten Prämolaren besteht, dient in erster Linie :

- dem ungestörten Durchbruch des zweiten Prämolaren, der meistens als letzter Zahn im Stützzonenbereich erscheint, und dessen Position durch stark mesial gerichtete Schubkraft des Sechsjahrmolaren besonders gefährdet ist.
- der mesialen Platzbeschaffung für den Sechsjahrmolaren, um im Verlauf der Eruption des zweiten Prämolaren den Übergang von der primitiven Speekurve zur permanenten Speekurve ungehindert durchführen zu können (NENNINGER, 1974).

Die Stützzone kann im Laufe der Gebißenentwicklung von mesial, oder was wesentlich häufiger der Fall ist, von distal eingeengt werden. Nach TRÄNKMANN (1979) gibt es hierfür folgende Gründe:

1. Tief kariöse besonders zweite Molaren der ersten Dentition, die ihre mesio - distale Distanz verloren haben, geben dem Sechsjahrmolaren die Möglichkeit, während des Durchbruches oder nach dem Durchbruch in die Stützzone zu kippen oder / und aufzuwandern.
2. Infraokkludierende oder reinkludierende häufiger zweite als erste Molaren der ersten Dentition lassen ebenfalls den interdentalen Kontakt im Bereich

der größten Zirkumferenz der klinischen Kronen nicht zustande kommen bzw. verlorengehen.

3. Die unterminierende Rarefikation der zweiten Molaren der ersten Dentition, durch den sich im Alveolarfortsatz vorzeitig mesial und vertikal entwickelnden Sechsjahrmolaren von vornherein im Bereich der Stützone durchbrechen.

4. Die Molaren der ersten Dentition können nicht nur tief kariös sein, sondern bei fortschreitender pathologischer Veränderung der Pulpa und des periapikalen Bereiches eine pathologische Milchzahnresorption zeigen, die eine frühe, vorzeitige oder verzögerte Vertikalentwicklung und damit einen entsprechend falschen Durchbruch des Ersatzzahnes zur Folge haben (TRANKMANN, 1977 und 1978).

Die Folgen eines frühzeitigen Milchzahnverlustes, d.h. Platzeinengung sind im Unterkiefer bedeutender als im Oberkiefer. NENNINGER (1974) begründet dies mit der von JUNG (1960) nachgewiesenen elastischen Deformation der Mandibel.

Bei vorzeitigem Verlust eines zweiten Milchmolaren erfährt der benachbarte Sechsjahrmolar, noch im Kiefer liegend, eine passive Positionsänderung. Er bricht mit einer abnormen Mesialkipfung durch, und weist auch eine Mesiolingualdrehung auf (NENNINGER, 1974).

Im Oberkiefer machen sich diese Symptome wegen der fehlenden Insertion von Kaumuskeln und wegen seiner stabilen Verbindung mit der Schädelbasis nicht so deutlich bemerkbar, sind jedoch auch nachweisbar.

Zusammenfassend kann gesagt werden :

Folgen des frühzeitigen Milchzahnverlustes sind :

- Lückeneinengung,
- Lückenschluß.

oder Zahnretention.

Weiterhin hat eine Molarenvorwanderung Störungen der Interkuspiration zur Folge. Diese Änderung der Interkuspiration kann im weiteren Verlauf zu skelettalen Dysgnathien und zu tiefgreifenden Fehlentwicklungen im stomatognathen System führen. Nach TRXNKMANN (1977) kann eine Angle Klasse II bzw.III durch Aufwanderung des Unterkiefer- bzw. Oberkiefermolaren bewirkt werden.

Solche pathologischen Veränderungen der Stützzone zum frühest möglichen Zeitpunkt und mit größter diagnostischer Sicherheit zu erkennen, ist Aufgabe des Kieferorthopäden und des kieferorthopädisch tätigen Zahnarztes. Das wissenschaftliche Rüstzeug hierfür stellen Methoden der Modellvermessung dar, deren Kenntnis und Anwendung sicher einen Beitrag leisten können Stützzoneeneinengungen zu erkennen, und eine Bilanz zwischen Platzangebot und Bedarf individuell für jeden Patienten zu erstellen.

Es hat nicht an Untersuchungen gefehlt, die versuchten brauchbare Methoden zu entwickeln, um die Stützzone und ihre Veränderungen zu beschreiben.

Folgende Vorhersagemöglichkeiten für die Größe der Stützzone bieten sich an :

1. Die Abmessung nicht durchgebrochener Einzelzähne annäherungsweise zu ermitteln.
2. Die erforderliche Stützzone näherungsweise zu bestimmen;
 - a. statistisch ermittelte Mittelwerte für
 - Einzelzahngröße
 - Stützzonenlängen
 - b. Versuch, die Größe der Zahnkeime röntgenologisch zu ermitteln.
 - c. Ausnützung der Tatsache, daß zwischen der Größe der unteren Schneidezähne und der Summe der Längen der Zähne der Stützzone sowohl des Unterkiefers als auch des Oberkiefers eine relativ hohe Korrelation besteht.

Eine Methode der Wechselgebißanalyse stellt die Moyers-analyse dar; die Gegenstand der folgenden Untersuchung ist.

2. Aufgabenstellung der Arbeit

Es soll an einer hinreichend großen Anzahl von Kiefermodellen, die es erlaubt statistisch gesicherte Aussagen zu machen, die Wechselgebißanalyse nach Moyers auf ihre Reliabilität und Validität hin überprüft werden.

Dabei wurden von zwei unabhängigen Untersuchern unter definierten Bedingungen Messungen vorgenommen, und diese mittels statistischer Auswertverfahren analysiert (Kap. 5.2.2.).

Es werden weiterhin Fehlermöglichkeiten aufgezeigt, die bei der Modellvermessung selbst und bei der Anwendung der Methode auftreten können (Kap. 4.).

In der Literatur liegen verschiedene Untersuchungen vor, welche die Moyersanalyse mit anderen Wechselgebißanalysen vergleichen.

So erfaßte HERREN (1972) eine Veröffentlichung mit dem Titel: "Genauigkeitsvergleich verschiedener Verfahren zur Stützzonenanalyse."

Hierbei werden fünf Verfahren miteinander verglichen:

1. die "Faustregel" nach A.M. SCHWARZ;
2. die Korrelationstabellen nach MOYERS;
3. die kombinierte röntgenologisch- korrelationsstatistische Methode von HIXON-OLDFATHER;
4. die kombinierte röntg.- korrel. Methode nach STAEHLE ;
5. die kombinierte röntg.- korrel. Methode nach HERREN, REISFELD, GEBAUER und FANTONI;

Er kommt dabei zu einer absteigenden Rangfolge für die Güte der Methode von HIXON-OLDFATHER zu MOYERS und STAEHLE. Wobei die Methode nach HERREN und Mitarbeiter gleiche Genauigkeit verspricht wie die Hixon-Oldfather-Methode. Die Faustregel erweist sich als wertlos.

Weiterhin ist auch noch die Arbeit von PFYFFER (1972) zu erwähnen, der den systematischen Sehnen/Bogenfehler bei Platzbestimmungen im Rahmen der kieferorthopädischen Stützzonenanalyse beschreibt.

GARDNER (1979) vergleicht folgende Wechselgebissanalysen :

- Manceanalyse ;
- Analyse nach JOHNSTON und TANAKA;
- Analyse nach HIXON und OLDFATHER;
- Moyersanalyse;

Dabei kommt er im wesentlichen zu folgenden Ergebnissen:

1. Beim Vergleich der Korrelationskoeffizienten und Steigungen der Regressionsgeraden von vorhergesagter Bogenlänge zu tatsächlicher Länge war die Hixon- Oldfathermethode am genauesten.
2. Kombinationen der Methoden verbessern die Genauigkeit nicht.
3. Weder Geschlecht noch Klasse der Anomalie beeinflussen die Genauigkeit der Methode.
4. Alle Methoden überschätzen den Platz um 1 - 3 mm; außer der Hixon-Oldfathermethode, die den Bedarf im Durchschnitt um 0,5 mm unterschätzt.

Weiterhin gibt es eine Untersuchung von DROSCHL, GÜLLES und SAGER (1977), die sich mit der Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitstafeln von MOYERS beschäftigt. Dabei kamen sie zu dem Ergebnis, neue Vorhersagetafeln nach Geschlechtern getrennt für ihren Einzugebereich zu erstellen. Die Methode erwies sich als genau und praktisch hilfreich.

Ein genauer Vergleich der hier vorgestellten Betrachtung der Moyersanalyse mit den Ergebnissen der vorgenannten Untersuchung bleibt Kapitel 5.4.2 vorbehalten.

Bevor auf das Wesen der Methode eingegangen wird, sollen die Begriffe Reliabilität und Validität kurz besprochen werden.

Die drei Hauptkriterien eines empirischen Verfahrens sind nach CLAUSS (1963) :

die Objektivität, die Reliabilität (=Verlässlichkeit) und die Validität (=Gültigkeit) seiner Ergebnisse.

2.1. Objektivität :

Objektiv nennt man ein Verfahren mit dem das zu ermittelnde Merkmal eindeutig festgestellt wird, bei dem also die Ergebnisse von der Person des Auswerterers unabhängig sind. Die Objektivität eines Verfahrens ist vollkommen, sofern die Person des Diagnostikers das Resultat nicht beeinflußt (siehe auch Kap. 5.2).

2.2. Reliabilität :

Zuverlässig ist ein diagnostisches Verfahren, wenn es das zu ermittelnde Merkmal exakt erfaßt, also bei wiederholter Anwendung mit geringem zeitlichen Abstand zum identischen Resultat führt. Von einer zuverlässigen Methode erwarten wir, daß ihre Anwendung unabhängig von deren Zeitpunkt ähnliche, günstigstenfalls identische Resultate liefert (CLAUSS, 1963).

Oder anders formuliert: Unter Verlässlichkeit versteht man die Stabilität eines Ergebnisses bei wiederholten Messungen; die Unabhängigkeit des Resultates von einer einmaligen Messung; und die Reproduzierbarkeit eines Wertes unter den gewählten Versuchsbedingungen.

LIENERT (1967) schreibt dazu: "Eine Meßmethode ist vollkommen reliabel, wenn die mit ihrer Hilfe erzielten Ergebnisse das Merkmal fehlerfrei beschreiben und das Modell hinsichtlich dieses Merkmals eindeutig gegenüber anderen Quantitativ charakterisieren."

Wenden wir ein Verfahren in derselben Stichprobe wiederholt an und bestimmen den Grad der Übereinstimmung der Befunde, dann haben wir damit ein Maß für die Zuverlässigkeit der Information, die das Verfahren zu vermitteln gestattet.

Dieser Kennwert wird als Reliabilitätskoeffizient r_{tt} bezeichnet; dieser wird korrelationsstatistisch ermittelt. Graphisch läßt sich eine lineare Korrelation durch eine Gerade darstellen, die der Gleichung

$$Y = b x + a \quad (1) \text{ gehorcht.}$$

Dabei ist das a die Strecke zwischen dem Schnittpunkt der Geraden mit der y - Achse und dem Schnittpunkt der

beiden Achsen (Achsenabschnitt); b gibt die Steigung der Geraden an (MAGNUSSON, 1975).

2.2.1. Aspekte der Reliabilität:

LIENERT (1967) geht bei der Darstellung der Reliabilität folgendermaßen vor :

Mißt man eine bestimmte Anzahl von Modellen hinsichtlich eines Merkmals, so kann man Unterschiede zwischen den einzelnen Modellen der Probe beobachten. Diese interindividuellen Unterschiede kommen in der Varianz s_x^2 der Meßwerte x zum Ausdruck. Dieser Ausdruck wird Gesamtvarianz genannt, und setzt sich, nach einer gängigen Modellannahme, als der "wahren" Varianz s_∞^2 und der Fehlervarianz s_e^2 zusammen. Man kann also schreiben :

$$s_x^2 = s_\infty^2 + s_e^2 \quad (2)$$

Die wahre Varianz ist in der unterschiedlichen Ausprägung des Merkmals bei den einzelnen Modellen zu sehen; die Fehlervarianz ist auf Störquellen zurückzuführen, wie sie bei jeder Messung vorkommen (siehe Kap. 4.1.). Bei der Testwiederholungsmethode, wie sie im folgenden Anwendung findet, müssen nach MAGNUSSON (1975) noch weitere Varianzen beachtet werden, die der Gruppe der Fehlervarianz zugeordnet werden. Es sind dies :

- die Fehlervarianz, die Erinnerungseffekten zugeschrieben wird,
- die Fehlervarianz, die den Effekten des Ratens zugeschrieben wird,
- die Fehlervarianz, die mangelnder Objektivität zugeschrieben wird.

Nach LIENERT (1967) gibt es darüberhinaus noch weitere Störfaktoren, welche die Fehlervarianz bei der Meßwiederholungsmethode beeinflussen. Es sind dies Erinnerungs- und Übungseinflüsse.

Erinnerungseinflüsse treten auf bei zu kurzem Zeitintervall bei Meßwiederholung; der Untersuchende erinnert sich an den Meßpunkt. Dies führt zu einer Scheinreliabilität; das Ergebnis ist zu gut. Übungseinflüsse treten durch die Konzeptbildung beim Untersucher auf. Doch ist der Übungsfortschritt, soweit er nicht auf direkter Erinnerung beruht, nicht so bedeutsam (LIENERT, 1967). Wenn nämlich der Übungsgewinn wie LIENERT sagt bei allen Untersuchern gleich ist, wird die Korrelation zwischen den Messungen nicht verändert und die Reliabilität bleibt somit gleich.

Der Reliabilitätskoeffizient einer Messung wird definiert für das Verhältnis der "wahren" Varianz zur Gesamtvarianz nach der Gleichung :

$$r_{tt} = \frac{s_{\infty}^2}{s_x^2} \quad (3)$$

Durch Auflösen der Gleichung (2) nach s_{∞}^2 läßt sich die Gleichung (3) durch Einsetzen schreiben als :

$$r_{tt} = 1 - \frac{s_e^2}{s_x^2} \quad (4)$$

Die Reliabilität nimmt demnach mit zunehmender Fehlervarianz ab. Demnach ist es notwendig Meßwiederholungsfehler und Störquellen auf ein Minimum zu reduzieren.

2.2.2. Bestimmung und Wert der Reliabilität:

Die Reliabilität wurde als die Höhe der linearen Korrelation zwischen wiederholten Messungen definiert (SERGL, 1969).

Bei der hier vorgestellten Meßwiederholungsmethoden wird ein und dieselbe Stichprobe von Modellen zweimal mit demselben Meßinstrument in angemessenen Zeitabständen gemessen. Die Meßreihen werden korreliert.

Der Hierbei ermittelte Retest-Reliabilitätskoeffizient stellt nun ein Maß für die Genauigkeit der Messung, und somit ihrer Reproduzierbarkeit dar.

Da wir es mit quantitativen Maßen zu tun haben, ist die Produkt-Moment-Korrelation nach Bravais-Pearson die geeignete Maßzahl (SERGL, 1969).

Die Produkt-Moment-Korrelation wird nach folgender Formel ermittelt (SACHS, 1969).

$x_1^{(i)}$ = bei der erstmaligen Meßdurchführung für das i-te Modell erhaltener Wert.

$\bar{x}_1$ = Mittelwert der gesamten Stichprobe der ersten Messung.

$x_2^{(i)}$ = bei der Wiederholung gewonnene Werte.

$\bar{x}_2$ = Mittelwert der gesamten Stichprobe der zweiten Messung.

$$r_{tt} = \frac{\sum_i (x_1^{(i)} - \bar{x}_1) \cdot (x_2^{(i)} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum_i (x_1^{(i)} - \bar{x}_1)^2 \sum_i (x_2^{(i)} - \bar{x}_2)^2}} \quad (5)$$

(siehe hierzu auch MAGNUSSON (1975))

Diese statistische Maßzahl ist eine dimensionslose Größe. Er kann Werte annehmen, die im Bereich von -1 bis +1 liegen.

$r = -1$ besagt: zwischen den beiden Variablen besteht ein ausgeprägtes Gegensatzverhältnis d.h., hohe Meßwerte von x_1 treten stets mit niedrigen x_2 -Werten gepaart auf.

$r = +1$ - drückt einen positiven, streng linearen Zusammenhang aus. Hohe x_1 sind hohe x_2 zugeordnet.

$r = 0$ - es besteht kein linearer Zusammenhang.

Ein Meßverfahren, das der individuellen Diagnostik dient, sollte mindestens eine Retestreliabilität vor $r_{tt} \geq 0,80$ besitzen (LIENERT, 1969). Für einen wissenschaftlichen Gruppenvergleich jedoch, können auch Koeffizienten von unter 0,80 von begrenztem Wert sein.

2.3. Validität :

Während die Zuverlässigkeit die Eignung eines Verfahrens unabhängig davon was gemessen wird als " Werkzeug " bestimmt, gibt die Validität (Gültigkeit) an, in welchem, Grade ein Verfahren wirklich das mißt, was es messen soll.

Die Validität ist demnach für die praktische Fragestellung sehr bedeutsam. Die Gültigkeit ist umso höher, je besser sie mit definierten Kriterien übereinstimmen. Jedoch muß gesagt werden:

Ein Verfahren mit hoher Reliabilität ($r_{tt} \sim 0,9$) braucht keineswegs auch gültige Ergebnisse zu liefern, da es möglicherweise etwas ganz anderes feststellt, als man ermitteln will.

Andererseits wird ein Verfahren mit geringer Reliabilität ($r_{tt} \sim 0,4$) selten eine gute Validität erreichen.

Demnach ist die Reliabilität eines diagnostischen Verfahrens folglich notwendige, aber keineswegs hinreichende Bedingung für die Validität (CLAUSS, 1963).

2.3.1. Kriterien und Aspekte der Validität :

Praktisch gesehen ist die kriterienbezogene Validität der bedeutsamste Aspekt (LIENERT, 1967).

Sie wird durch den Bezug der Testwerte zu Kriterienwerten definiert. In der Regel geschieht das mit Hilfe der Korrelation.

Der Validitätskoeffizient wird als r_{tc} bezeichnet.

Während in der angewandten Psychologie die Wahl der Validitätskriterien oft mit Schwierigkeiten verbunden ist, läßt sich bei dieser Untersuchung das Kriterium leicht definieren- als die Ausdehnung der Stützzone im bleibenden Gebiß. Die Vergleichswerte sind entsprechend die Prognosewerte für die Stützzone.

Die Moyeranalyse dient zur Prognose von Kriterienwerten, die zeitlich später anfallen als die Testwerte. Die hier vorgestellte Validitätsform wird nach LIENERT (1967) als Übereinstimmungs- oder auch Vorhersagevalidität bezeichnet.

2.3.2. Methode der Validitätsbestimmung:

LIENERT (1967) bietet zwei Verfahren an, um die Validität zu bestimmen:

1. die Extremgruppenmethode;
2. die Repräsentativgruppenmethode;

Bei 1. werden zwei speziell ausgewählte und hinsichtlich des Validitätskriteriums extrem unterschiedliche Gruppen miteinander verglichen.

Bei 2. wird die Analyse bei einer Anzahl von Modellen durchgeführt, die als repräsentativ gelten. Diese Methode kommt hier zur Anwendung.

In Analogie zur Bestimmung der Reliabilität lautet die Formel für die Validität nach der Produkt- Moment-Korrelation :

$$r_{tc} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (6)$$

Hierbei bedeuten :

- x_j = Schätzwert der Stützzone von der SI ausgehend (Moyerswert) für das j-te Modell ($j = 1, \dots, 253$);
- $\bar{x}$ = Mittelwert der gesamten Stichprobe;
- y_j = Ausdehnung der Stützzone im bleibenden Gebiß für das j-te Modell ($j = 1, \dots, 253$);
- $\bar{y}$ = Mittelwert der gesamten Stichprobe;

2.3.3. Anforderungen an die Validität eines Testes :

In Bezug auf den Reliabilitätskoeffizienten können eindeutige Normen für die Beurteilung eines Meßverfahrens festgelegt werden. Bei der Bestimmung der Validitätskoeffizienten lassen sich keine starren Normen einführen; nur Richtlinien aufzeigen (LIENERT, 1967).

Vom Blickpunkt der statistischen Vorhersage müssen Validitätskoeffizienten von $r_{tc} \geq 0,70$ verlangt werden. In der Regel ist man jedoch schon mit Validitätskoeffizienten von 0,60 zufrieden (LIENERT, 1967).

Für die individuelle Begutachtung kann folgendes gesagt werden. Wenn- wie dies in der diagnostischen Praxis die Regel ist- neben dem Testergebnis noch andere Informationen für die Diagnose herangezogen werden, so reduziert sich die Anforderung an den Validitätskoeffizienten je nach der Gewichtigkeit dieser Information auf Werte von $r_{tc} \geq 0,50$. Meßverfahren mit Validitätskoeffizienten von unter 0,30 sind für eine alleinige Verwendung nahezu nutzlos. Über weitere statistische Auswertverfahren wird in Kapitel 5.2.2. berichtet.

3. Wesen der Methode

3.1. Einführung:

Die Analyse nach MOYERS ist auf das Wechselgebiß zurechtgeschnitten. Sie hilft die Frage klären, ob die Zähne der zweiten Dentition genügend Platz haben werden oder nicht (RICHTER, 1974).

MOYERS selbst schildert diesen Sachverhalt folgendermaßen:

"Der Zweck der Wechselgebißanalyse ist es, das Ausmaß des verfügbaren Platzes im Zahnbogen d.h., die sagittale Ausdehnung der Stützzone für die Ersatzzähne und die okklusalen Korrekturen zu errechnen."

Zur klinischen Interpretation müssen noch drei Faktoren berücksichtigt werden:

1. die Größe aller bleibenden Zähne vor dem ersten bleibenden Molaren,
2. das Bogenmaß
3. die erwartete Änderung des Umfangs, die mit dem Wachstum und der Entwicklung auftreten können (MOYERS Kap. VI).

Die Vielzahl der verschiedenen Wechselgebißanalysen lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

1. jene bei denen die Größe der nicht durchgebrochenen Eckzähne und Prämolaren geschätzt werden an Hand von Messungen am Röntgenbild, und

2. jene, bei denen die Größe von Eckzahn und Prämolaren abgeleitet wird aus der Kenntnis der Größe der bleibenden, schon durchgebrochenen Zähne.

Die Moyernalyse gehört zum zweiten Typ.

Die Wechselgebißanalysen wurden in mehrerer Hinsicht überbewertet, schreibt MOYERS. Zuerst wurden sie nur mechanisch angewandt ohne genaue Kenntnis der biologisch-dynamischen Vorgänge in dieser kritischen Periode der Gebißenwicklung. Weiterhin wurden einfache Annahmen getroffen z.B. generelle Mesialwanderung des ersten Molaren nach dem Durchbruch nach mesial um 1,7 mm. Und letztlich haben sich viele Autoren angemaßt eine Genauigkeit mit ihrer Methode erreicht zu haben, die mit keiner der Methoden erreicht wird.

Die Moyernalyse ist aus folgenden Gründen für die Platzdiagnose im Wechselgebiß geeignet:

1. Sie hat einen minimalen systematischen Fehler und die Fehlerbreite ist bekannt (Moyers , 1963).
2. Sie kann sowohl vom Anfänger als auch vom Experten durchgeführt werden, denn sie erfordert kein klinisches Urteilsvermögen.
3. Sie ist nicht zeitintensiv bei der Anwendung.
4. Sie erfordert keine spezielle Ausrüstung oder Röntgenuntersuchung.
5. Obwohl diese Methode meist am Modell ausgeführt wird, kann sie auch mit ausreichender Genauigkeit im Mund direkt angewendet werden.
6. Sie kann für beide Zahnbögen benutzt werden.

RICHTER (1974) stellt fest, daß die Überlegungen von MOYERS ähnlich wie die Ponts auf dem Umstand beruhen, daß im menschlichen Gebiß ein hoher Grad von Zahngrößenkorrelation besteht.

Sie ist aber tatsächlich nicht so groß. MOORES und REED (1964) fanden zwischen der Summe der Zahnbreiten der bereits durchgebrochenen Incisivi ($\sum 21/22$) und der Größe ($\sum \pm 345 \pm$) einen Korrelationskoeffizienten von 0,53 im Oberkiefer und von 0,59 im Unterkiefer.

Trotzdem ist die Beziehung zwischen den Unterkieferschneidezähnen und der Gesamtbreite der Eckzähne und Prämolaren im Zahnbogen groß genug, um innerhalb enger Grenzen das Ausmaß des Platzes vorherzusagen, welcher erforderlich ist (MOYERS, 1963).

Jedoch gibt es nach MOYERS keine Wechselgebißanalyse, die so genau ist wie man möchte, und alle, so schreibt er, können nur dann sinnvoll angewendet werden unter Zuhilfenahme der Beurteilung und Kenntnis der Entwicklungsvorgänge.

Die Unterkieferschneidezähne sind für die Prognose gewählt worden, weil sie im Wechselgebiß früh in den Mund durchbrechen, leicht genau meßbar und rekonstruierbar sind und direkt im Mittelpunkt der meisten "Platzbeschaffungsprobleme" stehen (MOYERS, 1963).

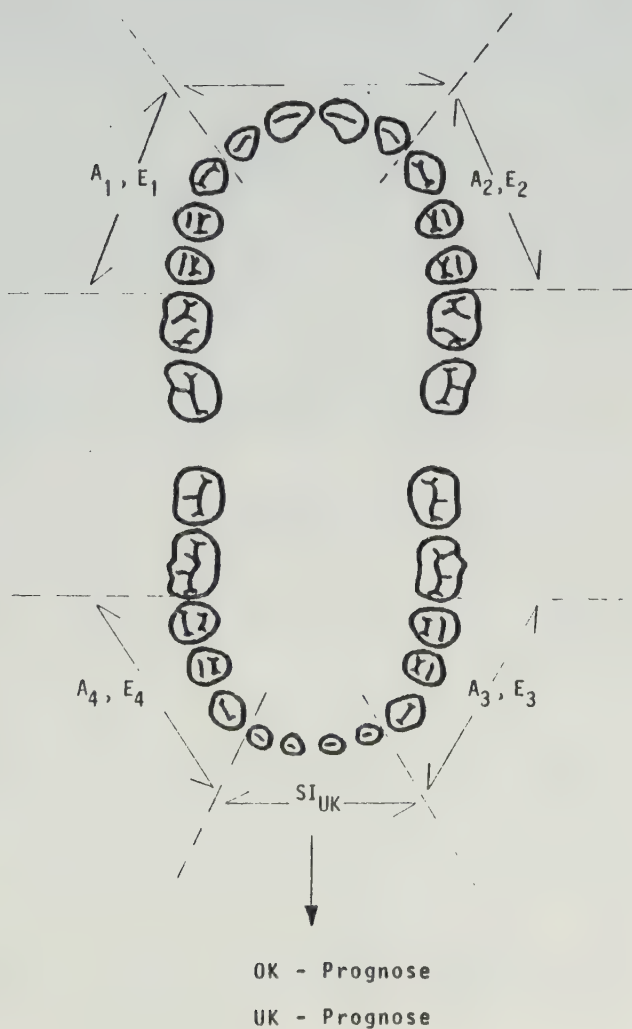
Die Oberkieferschneidezähne werden nicht benutzt zur Prognose, da sie eine zu große Variabilität hinsichtlich der Zahngröße aufweisen und ihre Korrelation zu anderen Zahngruppen zu klein ist, um von praktischer Bedeutung zu sein. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt

auch BERENDONK (1965), die feststellt, daß eine regelrechte und konstante Beziehung zwischen SJ-Werten im Oberkiefer und dem Breitenmaß der seitlichen Ersatzzähne nicht besteht.

MOYERS wählt deshalb auch die unteren Schneidezähne, um sowohl die Größe der oberen als auch der unteren distalen Zähne vorherzusagen.

Der Raum von $\pm 6 \rightarrow 2\pm$ wird von MOYERS einfach mit der Schublehre mit Noniuseinteilung gemessen. Dabei tritt ein systematischer Fehler auf. An Stelle des Bogens wird die zugehörige Sehne gemessen. Anders als A.M. SCHWARZ, der für diesen Sehnen / Bogenfehler einen Korrekturzuschlag von 1 mm wählt, nimmt MOYERS den direkt gemessenen Sehnenwert in die Platzbilanz auf (HERREN, 1972).

Graphische Darstellung der Moyersmeßpunkte und der verwendeten Meßstrecken :



3.2. Das Vorgehen im Mandibularbogen:

a) Messen der größten mesiodistalen Ausdehnung jedes einzelnen der vier Schneidezähne mit der Schublehre, und eintragen der gefundenen Werte in das Wechselgebiß-formular.

b) Danach bestimmt man das Ausmaß des Platzes, welcher für die Ausrichtung der Schneidezähne benötigt wird. Dazu bildet man die Summe aus der Größe des linken, mittleren und lateralen Schneidezahnes und stellt diesen Wert auf der Schublehre ein. Jetzt setzt man eine Spitze der Lehre auf die Unterkiefermitte auf und schlägt um diesen Punkt einen Kreis mit dem ermittelten Summenwert als Radius. Der Schnittpunkt dieses Kreises mit der Linie des Zahnbogens auf der linken Seite ergibt nun den gesuchten Punkt, wo die distale Fläche des lateralen Schneidezahnes sein wird, wenn er sich ausgerichtet hat. Man verfährt nun in gleicher Weise für den rechten Bogen. Wenn nun die schädelbezügliche Betrachtung zeigt, daß die mandibulären Schneidezähne zu weit labial stehen, dann wird um einen ausreichenden Betrag nach lingual versetzt, um das zu erwartende Ausrichten der Schneidezähne zu simulieren.

c) Nun bestimmt man den verfügbaren Platz für die Seitenzähne nach der Schneidezahnausrichtung. Um diesen Schritt zu vollziehen, mißt man die Entfernung des Punktes, der auf der Linie des Bogens markiert ist (Schritt b.) zur mesialen Kante des 1. bleibenden Molaren. Diese Strecke ist der verfügbare Platz für den Eckzahn und die zwei Prämolaren und für eine eventuelle Molarenausrichtung nach dem Ausrichten der Schneidezähne. Diese Werte werden auf dem Formular eingetragen.

d) Als nächstes sagt man die Größe der Stützzone vorher. Diese Vorhersage geschieht unter Benutzung der MOYERS-tafeln. MOYERS und sein Mitarbeiter JENKINS untersuchten die Beziehung zwischen den Summen der Mesiodistaldimensionen der unteren Schneidezähne und den Summen der Mesiodistaldimensionen der beiden Prämolaren und des Eckzahnes je Kieferquadranten, bezogen jeweils auf die bleibende Dentition (RICHTER, 1974).

Auf Grund ihrer Daten stellten sich "Wahrscheinlichkeitstabellen" zusammen. Jeder Schneidezahnsumme von 19,5 mm ausgehend bis hin zu 29,0 mm (in 0,5 mm Schritten) steht eine Häufigkeitsverteilung gegenüber, die vom 95 % bis zum 5 %- Punkt reicht. Diese Maßangaben geben die Größe der Stützzone an.

Die Handhabung der Tabelle geschieht nun folgendermaßen (RICHTER, 1974) :

Wählt man die Millimeterangabe des 95 %-Niveaus, so sagt MOYERS, daß bei 95 % der Weltbevölkerung die genannten Zähne genug oder sogar zu viel Platz finden werden. Wählt man hingegen das 5%- Niveaus, so werden nur bei 5% aller Menschen die Prämolaren und der Eckzahn genug Platz finden. Man benutzt getrennte Tabellen für Ober- und Unterkiefer.

MOYERS wählt das 75 %- Niveau für die Vorhersage, da er herausgefunden hat, daß dieser Wert sehr praktikabel ist vom klinischen Standpunkt aus. Theoretisch sollte man das 50 %-Niveau benutzen, da sich dann jeglicher Irrtum bei der Vorhersage auf beide Seiten gleich verteilen würde. Klinisch gesehen braucht man jedoch mehr Sicherheit auf der "niedrigen" Seite (Platzmangel), als auf der "überhöhten" Seite (Platzüberschuß), was einsichtig ist.

Der Vorhersagewert gilt für beide Kieferquadranten.

e) Zum Schluß bestimmt man noch den Platz, der im Bogen für die Molarenausrichtung bleibt. Dies geschieht, indem man der Prognosewert für die Stützzone von den gemessenen verfügbaren Platz im Bogen nach Ausrichtung der Schneidezähne subtrahiert. Man trägt diesen Wert in das Formular ein.

Auf Grund der auf dem Formular vermerkten Werte, ist eine Platzbilanz im Unterkiefer möglich.

3.3. Das Vorgehen im Maxillarbogen:

Das Vorgehen gleicht dem beim Unterkiefer, mit zwei Ausnahmen :

- a) Eine andere Wahrscheinlichkeitstabelle wird benutzt, um die obere Stützzonengröße vorherzusagen.
- b) Es muß ein Betrag für die Korrektur der Schneidezahnstufe zugebilligt werden, wenn man den Platz mißt, der von den ausgerichteten Schneidezähnen eingenommen wird.

Auch hier sind die unteren Schneidezähne Basis der Vorhersage der Stützzone.

Ein Vorteil der Moyersanalyse ist es, daß man aus der Bilanz Platzangebot / Sollwert die Fehlbeträge als das Platzdefizit quantitativ bestimmen kann. Dies erleichtert die schwierige Frage, ob man im Falle eines Platzmangels eine gelenkte Extraktion vornehmen muß oder nicht.

RICHTER (1974) entscheidet sich schon bei Moyersfehlbeträgen von -2 mm zur Extraktion, wenn die übrigen Entscheidungskriterien ebenfalls in diese Richtung zielen.

4. Fehlermöglichkeiten und Kritik an der Methode:

4.1. Fehlermöglichkeiten:

4.1.1. Allgemeine Überlegungen:

Jeder der quantitativen Aussagen über bestimmte Größen machen will, muß messen. Stets ist das Meßergebnis mit Fehler behaftet, über die man sich Rechenschaft ablegen muß (STUARD- KLAGES, 1977).

Diese Fehler entstehen aus dem Zusammenwirken von verschiedenen Ursachen. Der Gesamtfehler, den man macht, besteht aus einer Anzahl von Teilfehlern.

Prinzipiell muß es möglich sein Aussagen miteinander zu vergleichen, die zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten gemacht wurden; d.h. - eine Aussage muß reproduzierbar sein.

Bei der Meßwiederholungsmethode weichen jedoch die Einzelergebnisse je nach der Empfindlichkeit des Gerätes, der Übung des Beobachters oder des Einflusses unvermeidlicher regelloser Störungen mehr oder weniger stark voneinander ab.

Auch muß man sich im Klaren sein, daß Fehler nicht durch bessere statistische Fehlerrechnungen, sondern nur durch eine sorgfältige Untersuchung der Fehlerquellen beseitigt werden können (STUARD- KLAGES, 1972).

Fehlerquellen können bedingt sein durch :

- die Person des Messenden;
- das zu messende Modell;
- das Meßinstrument;
- ungenügende Einhaltung der Meßtechnik und Meßvorschrift;
- Varianz der Meßbedingungen (Temperatur, Beleuchtung, u.ä.);

Ganz allgemein kann man die Fehlermöglichkeiten in Drei Gruppen einteilen (HARDTWIG, 1968):

- a) zufällige Fehler
- b) systematische Fehler
- c) grobe Fehler

Im Nachfolgenden soll nun versucht werden, die Fehlerarten kurz zu beschreiben, und über die Effekte und Fehlerquellen zu berichten, die zu ihrer Entstehung führen können.

4.1.2. Fehlerarten :

a) Zufällige Fehler :

Dieser Fehlertyp wird durch zufällige Effekte (SQUIRES, 1971) hervorgerufen. Die aufeinanderfolgenden Werte streuen um den wahren Wert.

Eigenschaften dieses Fehlertyps:

- während des Meßvorgangs ist er nicht konstant und ändert sich auch nicht gesetzmäßig.
- er ist weder vermeidbar, noch vorhersagbar.
- evident wird er bei wiederholten Messungen mit dem gleichen Meßinstrument (SQUIRES, 1971).
- ein großer zufälliger Fehler ist nicht so gefährlich, da er sich in einem großen Wert des am Ende der Messung anzugebenden Fehlers zeigt; dadurch wird er aufgedeckt.
- nach HARDTWIG (1968) sind bei diesem Fehlertyp die Ursachen nur teilweise bekannt, und man ist nicht in der Lage, das Eintreten der Ursache oder das Ausmaß ihrer Wirkung metrisch zu erfassen und in die Überlegungen mit einzubeziehen.

Fehlerquellen bei der Vermessung :

1. modellbedingte und
2. meßbedingte Ursachen;

ad 1 :

Bei der Messung der Mesiodistaldimension oder auch des Abstandes von $\pm 2 - 6\pm$ werden am Modell Referenzpunkte angenommen. Diese Punkte sind klar definiert. Jedoch ist ihr Aufsuchen durch ihre unterschiedlich starke Ausprägung, d.h. ihre Erkennbarkeit am Modell, mit Schwierigkeiten verbunden. Dieser Fehler ist also modellbedingt.

ad 2 :

Die meßbedingten Fehler lassen sich wieder unterteilen und zwar in:

- Einstellungsfehler: es sind dies Fehler, die trotz regelrechter Meßtechnik beim Abgreifen der Meßstrecke auftreten. Sie sind ungewollt, und haben ihre Ursache in der Person des Messenden:
 - in seiner Geschicklichkeit beim Messen,
 - in der Leistungsfähigkeit seiner Augen, Lichtverhältnisse beim Meßvorgang und Ermüdungserscheinungen,
 - Konzentrationsfähigkeit auf den Meßvorgang.

Übertragungsfehler:

Dieser Fehlertyp tritt nicht auf bei der Benutzung einer Schublehre, weil das Meßinstrument geeicht ist und eine Skala aufweist, auf der man direkt die Meßgröße ablesen kann. Er tritt nur bei Instrumenten auf, bei denen zur Bestimmung der Meßgröße die gefundene Strecke auf einer Skala abgegriffen werden muß.

Ablesefehler:

Sie treten auf beim Anlesen der Meßgröße auf der Meßskala. Um Bruchteile von Skalenteilen abzulesen, z.B. die Zentelmillimeter einer Millimetereinteilung auf der Schublehre, bedient man sich des Nonius.

Bei allen Teilstrichablesungen ist es sehr schwierig, den Ablesefehler (Paralaxenfehler) zu vermeiden, der immer dann auftreten kann, wenn Maßstab und zu messender Gegenstand in einer Entfernung voneinander liegen. Es kann gesagt werden, daß man nur dann den richtigen Wert erhält, wenn man senkrecht auf das Instrument blickt. Beim schrägen Visieren tritt eine scheinbare Verschiebung des "Fadens" gegen den Maßstab auf (Paralaxe), und man liest zu hoch oder zu tief ab (STUARD- KLAGES, 1977).

b) Systematische Fehler:

Systematische Fehler sind dadurch charakterisiert, daß sie " systematische " Effekte hervorbringen, wie SQUIRES (1971) sagt. So sprechen wir von einem systematischen Fehler, wenn bei einem Meßinstrument eine falsche Eichung vorliegt, und unterscheiden ihn scharf von dem durch das Ablesen verursachten Meßfehler (s.o.). Systematische Fehler verschieben oft in schwer überschaubarer Weise, den Meßfehler. Sie bewirken eine Schwankung der abgelesenen Werte bei der Meßwiederholung in der Art, daß die gefundenen Werte nicht um den wahren Wert streuen sondern um einen dazu verschobenen Wert, und verfälschen so das Ergebnis.

Nach HARDTWIG (1968) und SQUIRES (1971) kann über die Eigenschaften der systematischen Fehler gesagt werden:

- sie sind konstant oder ändern sich gesetzmäßig,
- sie sind vermeidbar,
- sie sind vorhersagbar, .
- sie werden nicht entdeckt bei Meßwiederholung mit dem gleichen Instrument,
- sie sind oft schwer erkennbar und deshalb gefährlicher als zufällige Fehler,
- ihre Größe ist zahlenmäßig zu erfassen, d.h. quantitativ abschätzbar.

Ursachen für systematische Fehler :

1. Ein falsch geeichtes Instrument, wie Eingangs erwähnt, kann Ursache für das Auftreten von systematischen Fehlern sein (STUARD- KLAGES 1977).
2. Systematische Fehler bei nicht korrekter Beachtung der Meßbedingungen. Darunter fällt die Volumenänderung von Gips bei Temperaturschwankungen. WEIKERT (1966) z.B. findet einen linearen Ausdehnungskoeffizienten für Gips im Temperaturintervall von 12° - 25°C von $2500 \cdot 10^{-8}$.
3. Systematische Fehler bei der Benutzung ungenauer Abdruckmaterialien, fehlerhafter Abdrucktechnik und Verwendung ungeeigneter Modellmaterialien. Auch hierzu gibt es zahlreiche Untersuchungen, die sich mit dem Komplex Genauigkeit von Abdrücken und der Modellherstellung mit allen ihren Problemen auseinandersetzen.
Es soll kurz auf die Eigenschaften der Kombination irreversibel- elastische Massen (Alginate) mit irreversibel- starren Massen (Gips)

eingegangen werden, die als Material Verwendung finden. Wie FUHR (1967), SIEBERT (1975) und MARX (1976) beweisen, ist es möglich mit dieser Kombination der Materialien ausreichend genaue Kiefermodelle zu gewinnen.

ILG (1950) und SCHWINDLING (1951) befaßten sich eingehend mit den Abweichungen Original / Modell bei der Kombination Alginat / Gips.

ILG (1950) fand heraus, daß eine Verkleinerung der Modelle um 0,75 % linear vorliegt; entsprechend einer Volumenschrumpfung von 2,2 Vol- % bei ordnungsgemäßer Verarbeitung.

SCHWINDLING (1951) spricht ebenfalls von einer Verkleinerung der Modelle von linear 0,7 %.

Aus diesen Werten geht hervor, daß es möglich ist weitgehend exakte Kiefermodelle herzustellen. Der gemachte Fehler ist klein.

4. Der systematische Fehler, der beim Messen der Sehne an Stelle des Bogens gemacht wird. PFYFFER (1972) konnte nachweisen, daß - gemessen mit dem Schublehreninstrument von SEITZ und HAAG - im Oberkiefer ein Zuschlag von + 0,1 mm und im Unterkiefer von + 0,4 mm vorgesehen werden soll. MOYERS nimmt bei seiner Methode den direkt gemessenen Sehnenwert in die Platzbilanz auf.

Allgemein kann gesagt werden:

Es ist notwendig den systematischen Fehler möglichst gering zu halten. Dazu muß man bei der Versuchsplanung, bei der Auswahl und der Anwendung der Meßinstrumente, sowie der Durchführung der Messung größte Sorgfalt walten lassen.

c) Grobe Fehler :

Es sind dies Fehler die dazu führen, daß ein Meßwert stärker von dem anderen Meßwert abweicht, als zu erwarten ist.

Die Größe der groben Fehler wird beeinflusst durch (HARDTWIG 1968) :

- schlechte Beleuchtungsverhältnisse bei der Messung;
- Temperaturänderungen;
- Unbequemlichkeiten für den Messenden während des Meßvorganges einer Serie;
- das Messen von zu vielen Modellen hintereinander;

Alle aufgeführten Einflüsse führen schließlich zur Ermüdung des Ausführenden und verhindern eventuell die sorgfältige Durchführung der Messung.

Ursachen für grobe Fehler können demnach sein:

1. das Verschätzen oder Verzählen um mehrere Teilstriche auf der Skale;
2. das Wählen falscher Meßpunkte aus Bequemlichkeit (="Rekonstruktionsmüdigkeit");
3. die Nichtbeachtung der Meßvorschrift in grober Weise.
4. die Benutzung gleicher Rekonstruktionspunkte bei der Meßwiederholung, an Stelle von Neurekonstruktion der richtigen Frontzahnstellung.

Dieser Fehlertyp scheidet nach HARDTWIG (1968) aus bei hinreichender Sorgfalt bei der Meßdurchführung.

Die hier aufgeführten Fehlerarten können alle dazu beitragen, die Fehlervarianz der Meßmethode zu erhöhen. Man muß daher bemüht sein, vermeidbare Fehler auszuschalten, oder wenn das nicht möglich ist zu reduzieren.

Grobe Fehler sind wie oben erwähnt bei sorgfältiger Messung auszuschalten.

Die systematischen Fehler sind vorhersagbar und vermeidbar, und können bei exakter Meßdurchführung und geeichtem Meßinstrument klein gehalten werden.

Es bleiben die zufälligen Fehler, die nicht vorhersagbar und nicht vermeidbar sind. Sie bedingen größtenteils Ungenauigkeiten einer Meßgröße und verfälschen somit die Meßergebnisse.

Neben den genannten Fehlern gibt es noch andere Faktoren die bei wiederholter Messung Ergebnisse verfälschen können. Es sind dies :

- Erinnerungseinflüsse, die auftreten können, wenn bei zu kurzer Folge von Erst- und Zweitmessung Meßpunkte erinnert werden. Dies führt zu einer Verfälschung der Meßergebnisse, da die Fehlervarianz abnimmt. Dieser Effekt ist umso größer, je näher die beiden Messungen beieinander liegen.
- Übungseinflüsse;
es sind dies Effekte, die man als Konzeptbildung bezeichnen kann. Die messende Person erzielt Übungsfortschritte, wenn mehrere Messungen an verschiedenen Modellen ausgeführt werden. Nach LIENERT (1967) sind dies Einflüsse die zu vernachlässigen sind, wenn sie nicht auf direkter Erinnerung beruhen. Bei korrelationsstatistischen Betrachtungen und mehreren Untersuchern wird die Korrelation zwischen den Meßgrößen ebenfalls nicht beeinträchtigt, sobald der Übungsgewinn bei allen Untersuchern gleich groß ist.

4.2. Kritik an der Methode :

4.2.1. Stellenwert der Modellanalyse in der kieferorthopädischen Diagnostik :

SERGL (1978) betont den großen Informationswert der Kiefermodelle in der kieferorthopädischen Diagnostik. REICHENBACH und BRÜCKL (1971) und A.M. SCHWARZ (1961) weisen auf den hohen Stellenwert der Modellanalyse hin.

Andere Autoren hegen gewisse Zweifel an der entscheidenden praktischen Bedeutung der Modellanalyse.

MOYERS (1959), NAWRATH (1968), HERREN und Mitarbeiter (1972) und SCHMUTH (1973) bezweifeln, daß solche Analysen allein Grenzwerte geben können für die Indikation zur Extraktion.

Dafür sind jedoch nicht allein morphologische Gegebenheiten maßgebend. GERLACH (1950) stellt fest:

" Der menschliche Organismus arbeitet nicht nach mathematischen Gesetzen."

Solche Mißdeutungen engen den diagnostischen Wert der Gebißanalyse sehr ein. Die können dagegen eine Wertsteigerung erfahren durch :

- eine Verfeinerung der Meßmethodik mit dem Ziel,
- die Abstimmung der verschiedenen Meßergebnisse untereinander und mit Anamnese und klinischem Befund vorzunehmen,
- durch eine methodische Befunderhebung.

MOYERS (1973) stellt fest, daß es keine Methode gibt, die so genau ist wie man möchte. Zusammenfassend kann gesagt werden:

In der kieferorthopädischen Diagnostik ist die Modellanalyse ein wesentliches Beurteilungskriterium; sie sollte jedoch nur interpretiert werden im Zusammenhang mit dem Verständnis der Entwicklungsvorgänge im stomatognathen System.

4.2.2. Frage nach der Übertragbarkeit der Werte vom Modell auf den Mund :

Nach MOYERS (1973) ist die Übertragbarkeit der Meßwerte vom Modell auf den Mund gewährleistet. Die Fehler, die bei der Abdrucknahme und Modellherstellung gemacht werden sind kalkulierbar und fallen durch ihre geringe Größenordnung nicht ins Gewicht.

Bei exakter Einhaltung der Meßbedingungen z.B. Raumtemperatur, Beleuchtung u.ä., sind auch diese Einflüsse zu vernachlässigen.

TONN (1937) stellte fest, daß die Messungen an Gipsmodellen nur einen geringen Fehler zeitigen können gegenüber den anatomischen Messungen des einzelnen Zahnes.

Trotzdem gibt es Störeinflüsse bei der Messung, die zu Ungenauigkeiten führen können.

Beim Gipsmodell sind die Interdentalräume besonders bei enger Zahnstellung nicht als enge Spalräume reproduziert. Selbst beim Messen mit der zugespitzten Lehre ist es nicht möglich, den Zahndurchmesser so exakt zu messen, wie man das im Mund tun kann. Dabei spielt auch die Eigenbeweglichkeit der Zähne eine Rolle.

4.2.3. Kritik am Meßinstrument :

Als Meßinstrument für die Durchführung der Wechselgebißanalyse gibt MOYERS die Boley-Lehre an; hierbei handelt es sich um eine kleine Schublehre mit Noniusskala, die speziell für Messungen in der Kieferorthopädie geeignet ist.

Mit diesem Gerät ist es möglich mit einer Genauigkeit von 0,1 mm, nicht wie GARDNER (1979) angibt von 0,05 mm zu messen.

Genauere Meßgeräte würden einen größeren Aufwand an Zeit und technischem Verständnis erfordern. Vorschläge ein Meßmikroskop oder gar ein Lasermeßgerät zur Messung zu verwenden, sind von der praktischen Anwendbarkeit her nicht denkbar oder sinnvoll.

Die Untersuchungen, auf denen die Moyersmethode basiert, sind ebenfalls mit der Schublehre gemacht worden (MOYERS, 1973).

Neben der exakten Verarbeitung der Schublehre, sind spitze Enden an den Meßbranchen der Lehre zu fordern. Meist ist man gezwungen, die Branchenden entsprechend dünn zu schleifen, um in die Zahnzwischenräume möglichst weit eindringen zu können. Bei zu dicken Branchenden ist eine genaue Messung nicht durchführbar.

4.2.4. Systematische Fehler, die in der Methode begründet sind:

siehe hierzu Kapitel 4.1.2.

4.2.5. Allgemeingültigkeitsanspruch der Moyersanalyse:

Ist die "Wahrscheinlichkeitstabelle" von MOYERS auf die ganze Menschheit anwendbar ?

DROSCHL, GÜLLES und SAGER (1977) bezweifeln dies. Bei der Anwendung der Wahrscheinlichkeitstabellen ergaben sich an ihrer Klinik Zweifel, ob die in den Tabellen angegebenen Werte der dortigen Bevölkerung entsprächen. Laut MOYERS müßten sie es, da sie für die gesamte Weltbevölkerung gelten sollten. Als Ursache für eine systematische Abweichung von den Moyerswerten kommen nach DROSCHL und Mitarbeiter antropometrische Unterschiede des Gebißaufbaues der amerikanischen und Grazerpopulation infrage. Aus diesen Gründen glauben die Autoren, das MOYERS Anspruch auf weltweite Gültigkeit zu hoch gegriffen ist.

4.2.6. Kritik an der Benutzung des 75 %- Niveaus:

Der 75 %- Wert wird als Oberschlagswert genommen, da gefunden wurde, daß er sehr praktikabel ist vom klinischen Standpunkt aus (MOYERS, 1973).

Theoretisch sollte man den 50 %- Wert als Wert der Wahl benutzen, da dann jeglicher Irrtum auf beiden Seiten gleich verteilt ist. Jedoch klinisch gesehen braucht man mehr Sicherheit auf der "niedrigen" Seite als auf der "überhöhten" Seite (Oberschuß).

Die Benutzung des 75 %- Niveaus heißt:

In 75 % der Fälle wird der Platzbeanspruchung Rechnung getragen; bei 25 % gibt es größere Zahnbreiten als die geschätzten.

HERREN (1972) stellt fest.

"Die Empfehlung von MOYERS (75 %- Niveau) begünstigt die Platzanalyse für ± 345 und benachteiligt in entsprechendem Ausmaß die Okklusionsanalyse der 6 - Jahrmlaren, deren Mesialwanderungsspielraum wird z.B. bei singulärem Antagonismus parallelgehend eingeschränkt."

Nur das 50 %- Niveau trägt beiden divergenten Anforderungen in gleichem Maß Rechnung.

4.2.7. Kritik an der "Geschlechtslosigkeit" der Methode:

DROSCHL, GÜLLES und SAGER (1977) beschäftigten sich mit der Frage, ob ein signifikanter Unterschied besteht zwischen männlichen und weiblichen Gebissen, und fanden heraus, daß ein Geschlechtsunterschied bestände.

Wird ein gegebener Geschlechtsunterschied, wie sie ihn annehmen nicht berücksichtigt, so wird die männliche und weibliche Häufigkeitsverteilung zu einer Mischverteilung vereinigt. Diese besitzt auf jeden Fall eine grössere Streuung als die beiden Grundverteilungen.

Andere Autoren hingegen wie z.B. PFYFFER (1972) konnten keinen Geschlechtsunterschied bei Modellanalysen feststellen. Auch GARDNER (1979) stellt fest. "Weder das Geschlecht des Patienten noch die Klasse der Anomalie beeinflussen die Genauigkeit der Vorhersagemethode.

4.2.8. Kritik an der Vorhersage nur eines Stützzonenwertes für beide Kieferhälften.

Statistisch gesicherte Untersuchungen darüber ob eine Rechts- Linksdifferenz (RLD) der mesiodistalen Zahnbreite vorliegt, gibt es von BARRELT (1963), HANNA (1963), MOOREES (1964) und ALVESALO (1971).

Die genannten Autoren fanden jedoch keine signifikante RLD.

MIETHKE (1976) hingegen kam zu folgendem Ergebnis, das für die Betrachtung der Stützzone und die seitengleiche Prognose von Bedeutung sein kann.

1. es ist bei Zahnbreitenmessungen nicht korrekt nur die Zähne einer Kieferhälfte zu messen und die der anderen ohne weiteres als gleich groß zu betrachten,
2. bei einer Platzprognose z.B. für den Zahnwechsel im Stützzonenbereich, wollte man daran denken, daß in etwa 60 % der Fälle ein Zahn größer oder kleiner sein wird als der bereits durchgebrochene analoge Zahn der anderen Kieferseite.

Bei größeren RLD bzw. einer unglücklichen Summation kleiner Werte kann der Breitenunterschied ein Ausmaß erreichen, das ein unterschiedliches Vorgehen erforderlich macht.

Ob und inwieweit diese Kritikpunkte aufrecht zu halten sind wird im Kapitel 5.4. untersucht werden.

5. Eigene Untersuchungen :

5.1. Material :

Als Material für die Durchführung dieser Untersuchungen dienten Modelle aus dem Archiv der Poliklinik für Kieferorthopädie der Johannes- Gutenberg-Universität in Mainz, dessen Benutzung mir dankenswerter Weise von Herrn Prof. Dr. H. G. SERGL gestattet wurde.

Insgesamt wurden von zwei unabhängigen Untersuchungen 253 Probanden untersucht, wobei Modelle der Wechselgebißperiode und Modelle mit bleibendem Gebiß, jeweils Ober- und Unterkiefer, Verwendung fanden.

Die ausgewählten Modelle unterlagen keiner Beschränkung hinsichtlich der Angle- Klasse oder des Geschlechts; sie mußten aber bestimmten Anforderungen hinsichtlich ihrer Beschaffenheit genügen :

1. Einwandfreier Zustand der Modelle;

- die für die Messung notwendigen Zähne mußten alle durchgebrochen sein,
- die Zähne mußten exakt und sauber abgeformt sein, so daß die Begrenzung zu den Nachbarzähnen und die Interdentalräume klar erkennbar waren.

2. Vorhandensein eines Modells der Wechselgebißperiode, im Folgenden einfach Anfangsmodell genannt, und eines Modells mit vollständiger, permanenter Stützzone-Endmodell, vom selben Patienten.

5.2. Methode :

5.2.1. Meßmethode :

5.2.1.1. Festlegung der anzuwendenden Definitionen und Meßpunkte für die Durchführung der Untersuchung.

Am Anfang der Meßreihen stand das eingehende Studium der Meßvorschrift und Durchführungsanweisungen, um grobe Fehler auszuschalten, die durch Unkenntnis der richtigen Definitionen verursacht werden.

Bei der nun folgenden Messung wurden folgende Merkmale bestimmt :

1. Die Breitensumme der Schneidezähne des Unterkiefers als SJ bezeichnet, die sich zusammensetzt aus den Einzelwerten der größten mesiodistalen Dimensionen der vier Schneidezähne.
 $32 + 31 + 41 + 42 = SJ$
2. Das Platzangebot des Anfangsmodells für den 3. (7.) und 4. (8.) Kieferquadranten als Strecke :

$$36 -- 32 / \quad \text{und} \quad / 42 --- 46.$$

Als Meßpunkte dienten der distale Kontaktpunkt des lateralen Incisivus nach Ausrichtung und der mesiale Kontaktpunkt des ersten Molaren.

3. Die dazugehörigen Prognosewerte $\hat{=}$ Platzbedarf nach MOYERS für beide Quadranten als ein Wert nach der "Wahrscheinlichkeitstabelle."

4. Das Platzangebot des Anfangsmodells für den 1. (5.) und 2. (6.) Kieferquadranten. Die Messung erfolgt wie in Punkt 2 angegeben.
5. Die dazugehörigen Prognosewerte für beide Oberkieferquadranten.
6. Der Platzbedarf für die Zähne 35 34 33 bzw. 43 44 45 am Endmodell getrennt für den 3. und 4. Quadranten.
7. Der Platzbedarf für 15 14 13 bzw. 23 24 25 am Endmodell getrennt für den 1. und 2. Quadranten.

5.2.1.2. Meßinstrument und Meßtechnik :

Als Meßinstrument fand eine Schublehre nach BEERENDONK Anwendung. Dieses Gerät besitzt zwei spitze Meßbranchen, von denen eine fest mit dem Nullpunkt des auf ihr senkrecht stehenden Meßbalkens verbunden ist.

Die andere Branche bewegt sich parallel zur ersten auf dem Meßbalken entlang, und ermöglicht mittels einer Noniusskala eine Ablesegeneuigkeit von 0,1 mm. Mit den schneideähnlichen Meßbranchen der Lehre kann man gut in die Interdentalräume gelangen. Die größte Zahnbreite in mesiodistaler Richtung wird von den Kontaktpunkten begrenzt. Die Messung erfolgt von labial bzw. bukkal oder von lingual bzw. palatinal, je nach Zugängigkeit zur den Meßpunkten.

5.2.1.3. Meßablauf der Meßwiederholungsmethode :

Jede Messung (=Erstmessung) ist zweimal mit dem gleichen Meßinstrument, unter gleichen Bedingungen und mit der gleichen Meßvorschrift wiederholt worden, und zwar :

1. von mir selbst (=Zweitmessung) = Meßwiederholung durch dieselbe Person;
2. von meinem Kollegen W. ERNST (=Drittmessung) = Meßwiederholung durch eine andere Person.

Die so ermittelten Meßreihen werden nach den in Kapitel 5.2.2. vorgestellten Auswertverfahren untersucht. Die dabei gefundenen Ergebnisse werden im folgenden Kapitel vorgestellt.

5.2.1.4. Meßvorschrift und Meßbedingungen :

Meßvorschrift :

Da man Messungen nur dann sinnvoll vergleichen kann, wenn sie unter nahezu identischen Bedingungen und Umständen ablaufen, war es nötig genaue Vereinbarungen über den Meßablauf zu treffen.

Die drei Meßreihen wurden zeitlich hintereinander ausgeführt, um Erinnerungseinflüsse auszuschalten.

Pro Tag wurden etwa 20 Patienten d.h. 40 Modelle vermessen; davon 20 Modelle vormittags und 20 Modelle nachmittags. Durch die Einhaltung dieses Zeitplanes wurde von jedem Untersucher immer die gleiche Anzahl von Modellen pro Tag vermessen.

Meßbedingungen :

1. Es wurde vorausgesetzt, daß bei der Abdrucknahme und Modellherstellung die nötige Sorgfalt angewendet wurde.

2. Um nahezu gleiche Beleuchtungsverhältnisse zu erzielen, wurde bei Tageslicht gemischt mit Neonlicht gemessen, in der Zeit von 10 - 12 Uhr und 14 - 16 Uhr.
3. Die Messungen wurden stets am gleichen Ort durchgeführt.
4. Die Temperatur war während der Untersuchung praktisch konstant ($\sim 20^{\circ}\text{C}$), wodurch die Volumenänderung der Gipsmodelle zu vernachlässigen ist.
5. Während der Messung der Modelle wurde darauf geachtet, daß die Bequemlichkeit bei der Messung gewährleistet war, und daß Störeinflüsse weitgehend von den Messenden ferngehalten wurden. Je weniger man durch Äußerlichkeiten behindert wird, desto weniger wird man bei der Messung beeinflusst (WESTPHAL, 1966).

5.2.2. Auswertmethoden :

Am Ende der Messungen lagen drei Meßreihen vor, bei denen jeweils 253 Patienten d.h. 506 Modelle je Meßreihe untersucht worden waren ($\hat{=}$ 1518 Modelle).

Pro Patient waren dabei 24 Einzelmessungen erforderlich, was einer Gesamtzahl von 36432 Messungen entspricht.

Bei dieser Fülle von Einzeldaten bot sich die Verarbeitung und Auswertung mittels einer EDV-Anlage an.

Für die Unterstützung bei der Datenaufbereitung, der Erstellung der Datenkarten, Programme und statistische Auswertmethoden möchte ich mich beim Institut für medizinische Dokumentation und Darstellung bedanken.

Die gefundenen Meßreihen wurden auf Datenkarten übertragen und mittels bestimmter Programme ausgewertet.

Auf den Ablochbelegen und später auf den Datenkarten fanden folgende Merkmale Platz :

1. Modellnummer : 1 - 253
2. Meßzahl : 1., 2. oder 3. Messung
3. $SJ_{UK}(1,2,3)$: Summe der Zahnbreiten der Unterkiefer-schneidezähne.
4. OK-Prognose : für 1. und 2. Quadranten gleich.
5. UK-Prognose : für 3. und 4. Quadranten gleich.
6. A_1 und A_2 : Platzangebot für 1. und 2. bzw.
 A_3 und A_4 : 3. und 4. Quadranten im Wechselgebiß.
7. E_1 und E_2 : Platzbedarf für 1. und 2. bzw.
 E_3 und E_4 : 3. und 4. Quadranten im permanenten Gebiß.

Zur Auswertung wurden demnach elf Merkmale je Datenkarte verwendet.

Mit diesen Datenkarten wurden folgende Berechnungen vorgenommen :

5.2.2.1. Betrachtung zur Statistik :

1. Das arithmetische Mittel $\bar{x}$ für jede Ergebnisreihe mit n Einzelwerten x_i nach der Formel :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (7)$$

2. Weiterhin die Standardabweichungen der Meßwerte, für die gilt :

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (8)$$

3. Für jeden Parameter werden Erst-, Zweit- und Dritt-Messung paarweise in einer einfachen Regressions- und Korrelationsrechnung gegenüber gestellt. Dabei ergibt sich die Reliabilitätsbetrachtung im Vergleich der Fremd- und Eigenmessung. Die Validität aus dem Vergleich Prognose zu Endwert. Ferner werden die Regressionsgeraden und deren graphische Darstellungen angegeben.

5.2.2.2. Auswertung mittels relativer Abweichungen :

Als Ergänzung zur Bestimmung von Reabilität und Validität nach LIENERT werden sogenannte relative Abweichungen betrachtet.

Bezeichnet x_i bzw. y_i den am i -ten Modell gemessenen Wert einer Größe X bzw. Y , versteht man unter dem

Quotienten $Q_i = \frac{|x_i - y_i|}{x_i}$ die relative Abweichung

zwischen x_i und y_i . Um die Abweichung zwischen X und Y in der gesamten Stichprobe zu messen, wird das arithmetische Mittel der einzelnen relativen Abweichungen

$$\frac{|x_1 - y_1|}{x_1}, \dots, \frac{|x_n - y_n|}{x_n} \quad (n = \text{Anzahl der Modelle})$$

gebildet. Für diese im Folgenden als $\bar{Q}$ bezeichnete, Größe gilt also :

$$\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i} \quad (9)$$

Die Streuung der relativen Abweichungen wird ebenfalls durch Einsetzen von $\frac{|x_i - y_i|}{x_i}$ in die übliche Formel berechnet.

Bezeichnet man diese als S_Q , gilt also :

$$S_Q = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|x_i - y_i|}{x_i} - \bar{Q} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Die Anwendung von Formel (9) mit $X = OKP$ und $Y = E_k$ ($k = 1, 2$) bzw. $X = UKP$ und $Y = E_k$ ($k = 3, 4$), liefert ein Maß für die Genauigkeit der MOYERS-Prognose. Je kleiner $\bar{Q}$ - im " Idealfall " nimmt $\bar{Q}$ den Wert 0 an-, desto exakter die Prognose.

Analog liefert die Berechnung von $\bar{Q}$ für $X = A_k$, $Y = E_k$ ein Maß für die Abweichung zwischen Anfangs- und Endwerten in k-ten Kieferquadranten ($k = 1, 2, 3, 4$).

Schließlich wird Formel (9) auch benutzt, um die Genauigkeit der Übereinstimmung zwischen je zwei, der drei Wiederholungsmessungen zu erfassen, indem $\bar{Q}$ zusammen mit S_Q für die Größenpaare $X = E_k^{(1)}$; $Y = E_k^{(2)}$; $X = E_k^{(2)}$; $Y = E_k^{(3)}$ und $X = E_k^{(1)}$; $Y = E_k^{(3)}$ ($k = 1, 2, 3, 4$) berechnet wird.

5.2.2.3. Verteilung der Vorzeichen :

Diese Betrachtung vermittelt einen Überblick über die Anzahl der Ober- und Unterschätzungen in Prozent, und auch direkt als numerische Anzahl der Fälle. Dazu werden Differenzen gebildet zwischen zwei Variablen.

1. Zwischen Prognose und Bedarf für alle vier Quadranten der drei Meßreihen als :

Sign ($OKP - E_k$), $k = 1, 2$ für die beiden OK-Quadranten und Sign ($UKP - E_k$), $k = 3, 4$ für die beiden UK-Quadranten.

Im Fall +1 ist die Prognose größer als der Bedarf;
Im Fall 0 besteht Gleichheit zwischen Prognose und Bedarf;
Im Fall -1 ist die Prognose kleiner als der Bedarf.

2. Zwischen Angebot und Bedarf für alle vier Quadranten sowohl des Wechselgebisses, als auch des permanenten Gebisses.

Sign $(A_k - E_k)$; $k = 1, 2, 3, 4$

Im Fall +1 ist das Angebot größer als der Bedarf;

Im Fall 0 sind beide gleich groß;

Im Fall -1 ist das Angebot größer als der Bedarf.

5.3. Ergebnisse und graphische Darstellungen :

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der statistischen Berechnungen vorgestellt.

Ähnlich wie Kapitel 5.2.2. zerfällt es in drei Ergebnisribriken :

5.3.1. Korrelationsstatistische Betrachtungen und graphische Darstellung von Regressionsgeraden ;

5.3.2. Relative Abweichungen;

5.3.3. Verteilung der Vorzeichen;

ad 1)

Die Tabellen I - XI geben an: Mittelwerte $\bar{x}$

Standardabweichungen s_x

Retestreliabilitätskoeff. r_{tt}

Für alle elf Parameter (SI, OKP, UKP, $A_1, A_2, A_3, A_4,$

E_1, E_3, E_4 ;

In Tabelle XII findet man die zugehörigen Validitätskoeffizienten für die Variablen:

OKP und E_k mit $k = 1, 2$;

und UKP und E_k mit $k = 3, 4$;

Tabelle XIII gibt die Reliabilitätskoeffizienten an für :
SI und E_k mit $k = 1, 2, 3, 4$;

Die Tabellen XIV bis XXIV geben die Gleichungen der Regressionsgeraden an für alle elf Variablen der drei Meßreihen; jeweils mit Steigung und Achsenabschnitt. Daran anschließend werden jeweils drei Geradenpaare in einem Graphen dargestellt.

Es sind dies die Geraden für die :

OK-Prognosen und Endwerte für den 1. und 2. Quadranten;

UK-Prognosen und Endwerte für den 3. und 4. Quadranten;

Endwerte des 1. und 2. bzw. 3. und 4. Quadranten.

ad 2)

Bei der Betrachtung der mittleren relativen Abweichungen werden die Werte $\bar{Q}$ und S_Q angegeben für :

$$\bar{Q} = \frac{|OKP - E_k|}{E_k} \text{ mit } k = 1, 2; \text{ (Tabelle XXV)}$$

$$\bar{Q} = \frac{|UKP - E_k|}{E_k} \text{ mit } k = 3, 4; \text{ (Tabelle XXVI)}$$

$$\bar{Q} = \frac{|A_k - E_k|}{E_k} \text{ mit } k = 1, 2, 3, 4; \text{ (Tabellen XXVII und XXVIII)}$$

$$\bar{Q} = \frac{|E_k^{(j)} - E_k^{(j)}|}{E_k^{(j)}} \text{ mit } k = 1, 2, 3, 4; \text{ und } j = 1, 2, 3; \text{ (Tabelle XXIX und XXX)}$$

ad 3)

Die Verteilung der Vorzeichen wird gegeben für:

Sign (OKP - E_k) mit $k = 1, 2$; (Tabellen XXXI und XXXII)

Sign (UKP - E_k) mit $k = 3, 4$; (Tabellen XXXIII und XXXIV)

Sign ($A_k - E_k$) mit $k = 1, 2, 3, 4$; (Tabellen XXXV bis XXXVIII)

SI	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	22,72	22,71	22,75
S_X	1,32	1,32	1,30
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{ct}	0,96	0,94	0,94

Tabelle I : Statistische Ergebnisse für die
Breitensumme der unteren Schnei-
dezähne

OKP	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	22,44	22,43	22,44
S_X	0,73	0,73	0,72
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{tt}	0,94	0,92	0,93

Tabelle II : Statistische Ergebnisse für die
Oberkieferprognosewerte

UKP	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	22,04	22,04	22,05
S_X	0,79	0,79	0,78
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung; 2 gegen 3
r_{tt}	0,95	0,93	0,93

Tabelle III : Statistische Ergebnisse für die
Unterkieferprognosewerte

A ₁	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	22,21	22,22	22,16
S_X	2,17	2,19	2,18
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung; 2 gegen 3
r_{tt}	0,96	0,96	0,95

Tabelle IV : Statistische Ergebnisse für die
Stützzonenlänge des 1. Quadranten
im Wechselgebiss

A_2	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	22,34	22,36	22,34
S_X	2,26	2,27	2,23
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{tt}	0,96	0,95	0,94

Tabelle V : Statistische Ergebnisse für die
Stützzone des 2. Quadranten im
Wechselgebiß

A_3	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	22,30	22,31	22,22
S_X	2,03	2,03	2,02
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{tt}	0,97	0,96	0,95

Tabelle VI : Statistische Ergebnisse für die
Stützzone des 3. Quadranten im
Wechselgebiß

A_4	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	22,31	22,32	22,26
S_X	2,02	2,02	2,00
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{tt}	0,96	0,95	0,95

Tabelle VII : Statistische Ergebnisse für die
Stützzone des 4. Quadranten im
Wechselgebiß

E_1	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	21,51	21,50	21,52
S_X	1,04	1,02	1,03
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{tt}	0,99	0,98	0,98

Tabelle VIII : Statistische Ergebnisse für die
Stützzone des 1. Quadranten im
permanenten Gebiß

E_2	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	21,51	21,52	21,52
S_X	0,99	0,98	0,98
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{tt}	0,99	0,99	0,99

Tabelle IX : Statistische Ergebnisse für die
Stützzone des 2. Quadranten im
permanenten Gebirg

E_3	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	20,95	20,94	20,94
S_X	1,09	1,09	1,09
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{tt}	0,98	0,98	0,97

Tabelle X : Statistische Ergebnisse für die
Stützzone des 3. Quadranten im
permanenten Gebirg

E_4	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{X}$	20,91	20,90	20,93
S_X	1,05	1,04	1,03
	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
r_{tt}	0,98	0,98	0,96

Tabelle XI : Statistische Ergebnisse für die
Stützzone des 4. Quadranten im
permanenten Gebiß

$r_{tc}-OK$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
OKP/E_1	0,73	0,75	0,73
OKP/E_2	0,74	0,76	0,75
$r_{tc}-UK$			
UKP/E_3	0,77	0,77	0,77
UKP/E_4	0,78	0,79	0,77

Tabelle XII : Validitätskoeffizient für OKP/E_1 ,
 OKP/E_2 , UKP/E_3 , UKP/E_4 ;

r_{tt}	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 2
SI/E_1	0,55	0,56	0,54
SI/E_2	0,57	0,57	0,56
r_{tt}			
SI/E_3	0,59	0,58	0,58
SI/E_4	0,60	0,59	0,58

Tabelle: XIII: Reliabilitätskoeffizienten
für SI/E_1 , SI/E_2 , SI/E_3 , SI/E_4 ;

SI	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
a	0,89	1,72	1,72
b	0,96	0,93	0,93
y	$y=0,96x+0,89$	$y=0,93x+1,72$	$y=0,93x+1,72$

OKP			
a	1,34	2,08	1,87
b	0,94	0,91	0,92
y	$y=0,94x+1,34$	$y=0,91x+2,08$	$y=0,92x+1,87$

UKP			
a	1,10	1,81	1,81
b	0,95	0,92	0,92
y	$y=0,95x+1,10$	$y=0,92x+1,81$	$y=0,92x+1,81$

Tabellen XIV bis XVI: Regressionsgeraden für alle drei
Meßreihen der SJ, OKP und UKP

A_1	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
a	0,70	0,74	1,14
b	0,97	0,96	0,95
y	$y=0,97x+0,70$	$y=0,96x+0,74$	$y=0,95x+1,14$

A_2			
a	0,82	1,18	1,69
b	0,96	0,95	0,92
y	$y=0,96x+0,82$	$y=0,95x+1,18$	$y=0,92x+1,69$

A_3			
a	0,68	0,91	1,12
b	0,97	0,96	0,95
y	$y=0,97x+0,68$	$y=0,96x+0,91$	$y=0,95x+1,12$

Tabellen XVII bis XIX: Regressionsgeraden für alle
drei Meßreihen der A_1 ; A_2 und A_3 ;

A_4	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
a	0,90	1,27	0,60
b	0,96	0,94	0,97
y	$y=0,96x+0,90$	$y=0,94x+1,27$	$y=0,97x+0,6$

E_1			
a	0,61	0,65	0,25
b	0,97	0,97	0,99
y	$y=0,97x+0,61$	$y=0,97x+0,65$	$y=0,99x+0,25$

E_2			
a	0,23	0,23	0,22
b	0,99	0,99	0,99
y	$y=0,99x+0,23$	$y=0,99x+0,23$	$y=0,99x+0,22$

Tabellen XX bis XXII : Regressionsgeraden für alle drei
Meßreihen der A_4 , E_1 , E_2 ;

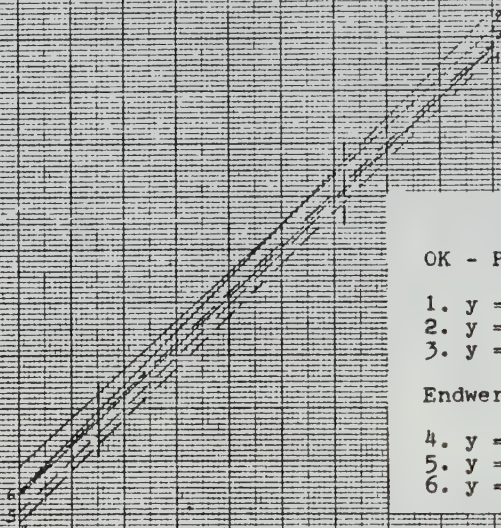
E_3	Messung 1 gegen 2	Messung 1 gegen 3	Messung 2 gegen 3
a	0,41	0,60	0,81
b	0,98	0,97	0,96
y	$y=0,98x+0,41$	$y=0,97x+0,60$	$y=0,96x+0,81$

E_4			
a	0,60	0,82	1,05
b	0,97	0,96	0,95
y	$y=0,97x+0,60$	$y=0,96x+0,82$	$y=0,95x+1,05$

Tabellen XXII und XXIV : Regressionsgeraden für alle drei
Meßreihen der E_3 , E_4 ;

①

- 60 -

y
23

OK - Prognosen :

1. $y = 0,94x + 1,34$

2. $y = 0,91x + 2,08$

3. $y = 0,92x + 1,87$

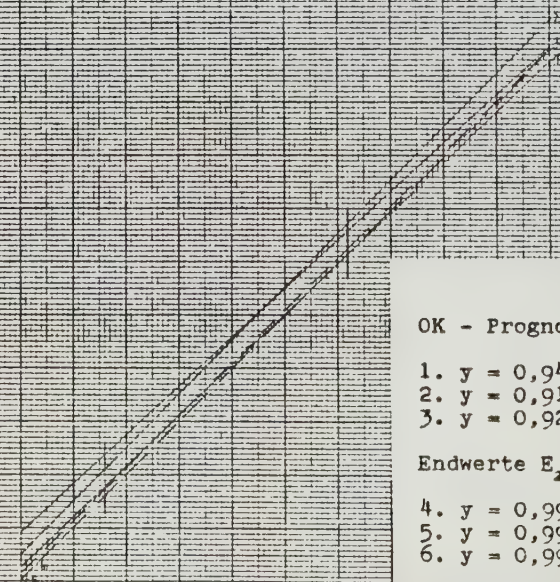
Endwerte E_1 :

4. $y = 0,97x + 0,61$

5. $y = 0,97x + 0,65$

6. $y = 0,99x + 0,25$

②

y
23

OK - Prognosen :

1. $y = 0,94x + 1,34$

2. $y = 0,91x + 2,08$

3. $y = 0,92x + 1,87$

Endwerte E_2 :

4. $y = 0,99x + 0,23$

5. $y = 0,99x + 0,23$

6. $y = 0,99x + 0,22$

3

6

y

22

24

20

x 2,1

x 2,2

UK - Prognosen :

1. $y = 0,95x + 1,10$

2. $y = 0,92x + 1,81$

3. $y = 0,92x + 1,81$

Endwerte E_3 :

4. $y = 0,98x + 0,41$

5. $y = 0,97x + 0,60$

6. $y = 0,96x + 0,81$

4

y

22

24

20

x 2,1

x 2,2

UK - Prognosen :

1. $y = 0,95x + 1,10$

2. $y = 0,92x + 1,81$

3. $y = 0,92x + 1,81$

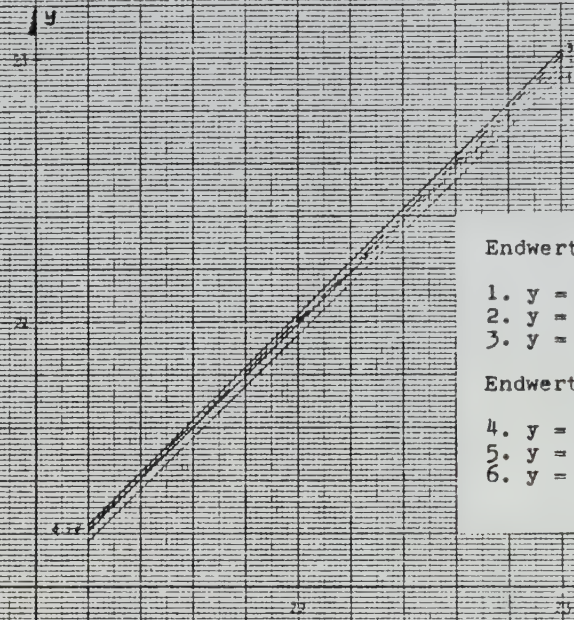
Endwerte E_4 :

4. $y = 0,97x + 0,60$

5. $y = 0,96x + 0,82$

6. $y = 0,95x + 1,05$

5



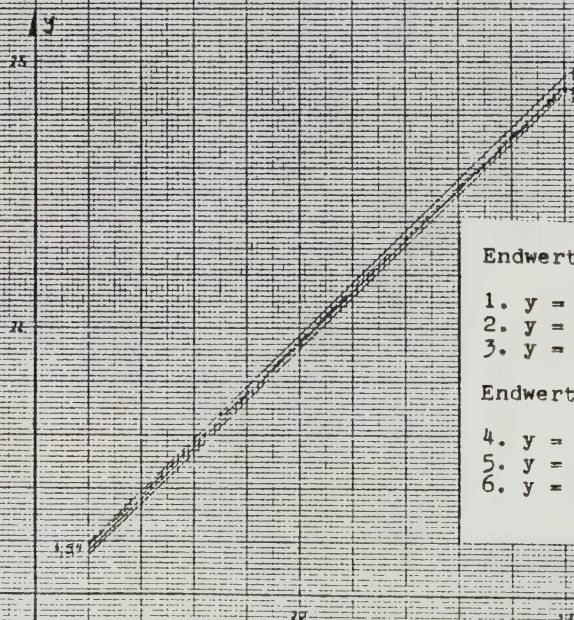
Endwerte E_4 :

1. $y = 0,97x + 0,61$
2. $y = 0,97x + 0,65$
3. $y = 0,99x + 0,25$

Endwerte E_1 :

4. $y = 0,99x + 0,23$
5. $y = 0,99x + 0,23$
6. $y = 0,99x + 0,22$

6



Endwerte E_3 :

1. $y = 0,98x + 0,41$
2. $y = 0,97x + 0,60$
3. $y = 0,96x + 0,81$

Endwerte E_4 :

4. $y = 0,97x + 0,60$
5. $y = 0,96x + 0,82$
6. $y = 0,95x + 1,05$

$\frac{ OKP-E_1 }{E_1}$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{Q}$	5,20%	5,12%	5,18%
S_Q	0,35%	0,33%	0,33%
$\frac{ OKP-E_2 }{E_2}$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{Q}$	5,11%	5,00%	5,04%
S_Q	0,33%	0,32%	0,33%

Tabelle XXV : Statistische Ergebnisse für die
Quotienten :

$$\frac{|OKP - E_k|}{E_k} ; k = 1, 2 ;$$

$\frac{ UKP-E_3 }{E_3}$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{Q}$	5,95%	5,88%	5,95%
S_Q	0,37%	0,37%	0,37%
$\frac{ UKP-E_4 }{E_4}$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{Q}$	5,97%	5,94%	5,80%
S_Q	0,37%	0,37%	0,37%

Tabelle XXVI : Statistische Ergebnisse für die
Quotienten :

$$\frac{|UKP - E_k|}{E_k} ; k = 2, 3 ;$$

$\frac{ A_1 - E_1 }{E_1}$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{Q}$	8,8%	8,8%	8,8%
S_Q	0,72 %	0,72 %	0,72%
$\frac{ A_2 - E_2 }{E_2}$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{Q}$	9,2%	9,3%	9,2%
S_Q	0,76 %	0,76 %	0,77 %

Tabelle XXVII : Statistische Ergebnisse für die Quotienten :

$$\frac{|A_k - E_k|}{E_k} ; k = 1, 2 ;$$

$\frac{ A_3 - E_3 }{E_3}$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{Q}$	10,0%	9,9%	9,6%
S_Q	0,73 %	0,73%	0,73 %
$\frac{ A_4 - E_4 }{E_4}$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
$\bar{Q}$	10,4%	10,4%	10,2%
S_Q	0,70 %	0,69 %	0,68%

Tabelle XXVIII : Statistische Ergebnisse für die Quotienten :

$$\frac{|A_k - E_k|}{E_k} ; k = 3, 4 ;$$

	$\frac{ E_1^{(2)} - E_1^{(1)} }{E_1^{(1)}}$	$\frac{ E_1^{(3)} - E_1^{(2)} }{E_1^{(2)}}$	$\frac{ E_1^{(4)} - E_1^{(3)} }{E_1^{(3)}}$
$\bar{Q}$	0,3%	0,6%	0,7%
S_Q	0,04%	0,06%	0,06%
	$\frac{ E_2^{(2)} - E_2^{(1)} }{E_2^{(1)}}$	$\frac{ E_2^{(3)} - E_2^{(2)} }{E_2^{(2)}}$	$\frac{ E_2^{(4)} - E_2^{(3)} }{E_2^{(3)}}$
$\bar{Q}$	0,3%	0,6%	0,7%
S_Q	0,03%	0,06%	0,06%

Tabelle XXIX : Statistische Ergebnisse für die

Quotienten :

$$\frac{|E_k^{(j)} - E_k^{(i)}|}{E_k^{(i)}} ; k = 1, 2 ; i, j = 1, 2, 3, i \neq j$$

	$\frac{ E_3^{(2)} - E_3^{(1)} }{E_3^{(1)}}$	$\frac{ E_3^{(3)} - E_3^{(2)} }{E_3^{(2)}}$	$\frac{ E_3^{(4)} - E_3^{(3)} }{E_3^{(3)}}$
$\bar{Q}$	0,4%	0,7%	0,8%
S_Q	0,08%	0,06%	0,09%
	$\frac{ E_4^{(2)} - E_4^{(1)} }{E_4^{(1)}}$	$\frac{ E_4^{(3)} - E_4^{(2)} }{E_4^{(2)}}$	$\frac{ E_4^{(4)} - E_4^{(3)} }{E_4^{(3)}}$
$\bar{Q}$	0,4%	0,8%	0,9%
S_Q	0,08%	0,07%	0,10%

Tabelle XXX : Statistische Ergebnisse für die

Quotienten :

$$\frac{|E_k^{(j)} - E_k^{(i)}|}{E_k^{(i)}} ; k = 3, 4 ; i, j = 1, 2, 3, i \neq j$$

OKP-E ₁	1. Messung	2. Messung	3. Messung
+ 1	83,8%	84,2%	82,6%
Modelle	212	213	209
0	1,6%	1,6%	1,6%
Modelle	4	4	4
- 1	14,6%	14,2%	15,8%
Modelle	37	36	40

Tabelle XXXI : Statistische Ergebnisse für
(OKP - E₁);

OKP-E ₂	1. Messung	2. Messung	3. Messung
+ 1	85,4%	86,2%	83,4%
Modelle	216	218	211
0	1,2%	0	4,3%
Modelle	3	0	11
- 1	13,4%	13,8%	12,3%
Modelle	34	35	31

Tabelle XXXII : Statistische Ergebnisse für
(OKP - E₂);

UKP-E ₃	1. Messung	2. Messung	3. Messung
+ 1	85,4%	83,8%	86,6%
Modelle	216	212	219
0	1,2%	2,8%	2,4%
Modelle	3	7	6
- 1	13,4%	13,4%	11,1%
Modelle	34	34	28

Tabelle XXXIII : Statistische Ergebnisse für
(UKP - E₃) ;

UKP-E ₄	1. Messung	2. Messung	3. Messung
+ 1	87,7%	88,1%	88,9%
Modelle	222	223	225
0	3,2%	2,0%	0,8%
Modelle	8	5	2
- 1	9,1%	9,9%	10,3%
Modelle	23	25	26

Tabelle XXXIV : Statistische Ergebnisse für
(UKP - E₄) ;

$A_1 - E_1$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
+ 1	60,5%	59,3%	58,9%
Modelle	153	150	149
0	2%	2,8%	2%
Modelle	5	7	5
- 1	37,5%	37,9%	39,1%
Modelle	95	96	99

Tabelle XXXV : Statistische Ergebnisse für
($A_1 - E_1$) ;

$A_2 - E_2$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
+ 1	62,8%	62,8%	63,8%
Modelle	159	159	160
0	1,6%	2,0%	2,4%
Modelle	4	5	6
- 1	35,6%	35,2%	34,4%
Modelle	90	89	87

Tabelle XXXVI : Statistische Ergebnisse für
($A_2 - E_2$) ;

$A_3 - E_3$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
+ 1	74,7%	73,9%	73,5%
Modelle	189	187	186
0	2,0%	2,0%	2,4%
Modelle	5	5	6
- 1	23,3%	24,1%	24,1%
Modelle	59	61	61

Tabelle XXXVII : Statistische Ergebnisse für
($A_3 - E_3$) ;

$A_4 - E_4$	1. Messung	2. Messung	3. Messung
+ 1	74,3%	75,1%	77,5%
Modelle	188	190	196
0	1,2%	1,2%	3,2%
Modelle	3	3	8
- 1	24,5%	23,7%	19,4%
Modelle	62	60	49

Tabelle XXXVIII : Statistische Ergebnisse für
($A_4 - E_4$) ;

5.4. Diskussion :

Im nachfolgenden Kapitel soll versucht werden, die Ergebnisse der Auswertungen und ihre Bedeutung darzustellen. Weiterhin soll gezeigt werden, inwieweit sich die in Kapitel 4.2. geäußerten Kritikpunkte, soweit noch nicht behandelt, halten lassen oder nicht.

5.4.1. Interpretation :

5.4.1.1. Betrachtung zur Statistik der gemessenen Merkmale :

Betrachtet man die Mittelwerte und Standardabweichungen für die gefundenen Werte, so erkennt man eine große Konstanz dieser Werte, wobei die Schwankungen der Endwerte etwas geringer sind als für die Anfangswerte.

Die Mittelwerte für die Strecke 345 und 345 sind am Anfangsmodell stets größer als am Endmodell; so z.B. besteht eine Differenz zwischen A_1 und E_1 von $\sim 0,7$ mm.

Vergleicht man die Werte für die Mittelwerte und Standardabweichungen der Seiten untereinander, so ergeben sich auch hier nur geringe Abweichungen; für E_1 verglichen mit E_2 sind nur etwa 0,02 mm zu verzeichnen.

Vergleicht man bei den einzelnen Merkmalen die Größen der Retestreliabilitätskoeffizienten zwischen den einzelnen Messungen im Oberkiefer und Unterkiefer miteinander, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die auftretenden Abweichungen durch die modellbedingten Fehler (s.d.) verursacht sein müssen; die sogenannten meßbedingten Fehler dürften für beide Kiefer etwa gleich sein.

Es fiel auf, daß in keinem Fall Reliabilitätskoeffizienten von unter $r < 0,92$ auftauchen.

Nach LIENERT (1967), der für die individuelle Diagnostik mindestens $r \approx 0,80$ fordert, kann die Methode in Bezug auf die Reliabilität als verläßlich bezeichnet werden.

Auch bei dieser Betrachtung fiel die große Konstanz der Werte für Ober- und Unterkiefer auf, sowie die geringe Rechts- Links- Differenz (RLD) der Werte für die Quadranten.

Die Validitätskoeffizienten zwischen OKP und E_1 bzw. E_2 , und UKP und E_3 bzw. E_4 , zeigten eine große Konstanz der Werte, und bewegten sich zwischen 0,73 und 0,79.

LIENERT (1967) fordert bei statistisch gesicherten Vorhersagen Validitätskoeffizienten von $r_{tc} \approx 0,7$.

Die MOYERS-Analyse erfüllt auch diese Forderung.

Vergleicht man weiterhin die Mittelwerte der Prognosen von MOYERS für den Oberkiefer und Unterkiefer mit den gemessenen Werten, so ergibt sich für die hier vorgestellte Untersuchung nur eine Abweichung von 0,28 mm bzw. 0,29 mm.

Man kann daher sagen, daß die Wechselgebißanalyse nach MOYERS in der Lage ist, gute Vorhersagen zu treffen über die tatsächliche Ausdehnung der Stützzonenlänge im bleibenden Gebiß.

Bei den Korrelationskoeffizienten zwischen SI und E zeigte sich, daß diese, ähnlich wie die bei der MOYERS-Analyse zugrundeliegenden Werte MOORREES ($OKr_{tt} = 0,53$, $UKr_{tt} = 0,59$), sich für den Oberkiefer im Mittel mit $r_{tt} = 0,55$ und im Unterkiefer mit $r_{tt} = 0,59$ ergaben,

Daran anschließend wurden die Regressionsgeraden graphisch dargestellt.

Die Graphen der Geraden Prognose zu Endwert zeigten deutlich den engen Zusammenhang zwischen den Werten.

Im Mittel betrug die Abweichung etwa 1 mm, was bezogen auf den Mittelwert etwa 5 % bedeutet.

Zum gleichen Ergebnis kommt man auch bei der Betrachtung der mittleren relativen Abweichungen (s.d.).

Die Graphen der Geraden für die Endwerte untereinander zeigten ähnlich gute Ergebnisse.

5.4.1.2. Relative Abweichungen :

a) Der Quotient $\frac{|OKP - E_k|}{E_k}$ (k=1, 2;)

mißt die relative Abweichung der Oberkieferprognose vom im 1. bzw. 2. Quadranten gefundenen Endwert bezogen auf die Größe des Endwertes. Die Qualität der Prognose wird bestimmt durch den Grad der Obereinstimmung von Prognose zu Endwert. Wir fanden eine mittlere relative Abweichung von etwa 5,04% bis 5,20% bei einer Standardabweichung von 0,32% bis 0,35%.

Für die Größen $\frac{|UKP - E_k|}{E_k}$ (k=3, 4;) ergaben sich Mittelwerte zwischen 5,86% und 5,97% bei einer Standardabweichung von 0,37%.

Es fällt auf, daß die Werte für Ober- und Unterkiefer nahezu identisch sind. Auch hier waren die relativen Abweichungen der Prognose vom den Endwerten im Durchschnitt klein, bei ebenfalls recht kleinen Standardabweichungen.

b) Der Quotient $\bar{Q} = \frac{|A_k - E_k|}{E_k}$ ($k = 1, 2, 3, 4;$) gibt an

die relative Abweichung zwischen Anfangs- und Endwert. Hierbei fanden wir im Oberkiefer Werte für $\bar{Q}$ zwischen 8,8 und 9,3 % mit Standardabweichungen von 0,72% bis 0,77%.

Für den Unterkiefer ergaben sich Werte für $\bar{Q}$ zwischen 9,6% und 10,4%, für S_Q zwischen 0,68% bis 0,73%.

Die Werte für Ober- und Unterkiefer waren nahezu gleich. Stets sind die Werte für die Stützzonenlänge des Wechselgebisses größer als für das bleibende Gebiß; im Durchschnitt etwa um 10%.

c) Der Vergleich der Quotienten $\bar{Q} = \frac{|E_k^{(j)} - E_k^{(j)}|}{E_k^{(j)}}$ ($k = 1, 2, 3, 4;$)
($j = 1, 2, 3;$)

dient zur Klärung der Frage, ob ein RLD vorliegt oder nicht. Wir fanden sehr geringe relative Abweichungen; im Mittel für den Oberkiefer etwa 0,53% mit einer Standardabweichung von 0,05%.

Ähnlich verhält es sich im Unterkiefer. Für $\bar{Q}$ ergeben sich 0,66% und für S_Q 0,08%.

Bei der geringen Größe der Abweichung und der geringen Standardabweichung ist eine RLD, die eine getrennte Prognose für die beiden Kieferquadranten erfordern würde, nicht feststellbar.

5.4.1.3. Verteilung der Vorzeichen :

Diese Betrachtung sollte weiteren Aufschluß über die Brauchbarkeit des MOYERSchen Prognosekriteriums liefern.

Es wurden drei Rubriken gebildet für die gilt :

Fall +1 : die Differenz Prognose minus Bedarf ergibt einen positiven Wert;

Fall 0 : die Differenz ergibt den Wert 0;

Fall -1 : die Differenz ergibt einen negativen Wert;

Außerdem wurde die Anzahl der Modelle für jeden Fall angegeben. Für den Fall +1 und 0 erweist sich die Vorhersage als den "Ansprüchen" genügend; für Fall -1 jedoch nicht.

Zunächst wurden Differenzen gebildet zwischen der OKP und E_k mit $k = 1, 2$;

Wir fanden geringe Unterschiede zwischen den Werten der einzelnen Meßreihen.

Für den Unterkiefer UKP und E_k mit $k = 3, 4$;

Wiederum sieht man den hohen Grad der Übereinstimmung der Werte für Ober- und Unterkiefer.

Der Vergleich der Prozentzahlen für die Fälle +1 und 0 zeigte einen mittleren Wert von 86% für den Oberkiefer und 88,8 % für den Unterkiefer. Für den Fall -1 sind im Oberkiefer 14% und im Unterkiefer 11,2% errechnet worden. Die Betrachtung zeigt, daß in 86% bzw. 88,8 % aller Fälle der 75%-Wert der "Wahrscheinlichkeitstabellen" von MOYERS den Platzbedarf richtig oder zu groß angibt.

Zuletzt wurden noch Differenzen gebildet für A_k und E_k mit $k = 1, 2, 3, 4$;

Sie geben an die Anzahl der Abweichung von der Stützzonenlänge im Wechselgebiß zu der Stützzonenlänge im bleibenden Gebiß.

Ist der Anfangswert (Stützzonenlänge im Wechselgebiß) größer als der Endwert (Stützzonenlänge im bleibenden Gebiß), so tritt Fall +1 ein; bei Gleichheit der Werte Fall 0; bei Anfangswert kleiner Endwert Fall -1.

Bei der Überprüfung der Werte erkennt man, daß in den meisten Fällen die Länge der Stützzone im Wechselgebiß größer oder gleich ist der Stützzonenlänge im bleibenden Gebiß. Dafür dürften wohl meßtechnische Ursachen verantwortlich sein.

Für den Oberkiefer trifft dies zu in 63,5 % der Fälle; für den Unterkiefer in 76,8 % der Fälle.

5.4.2. Vergleich mit anderen Untersuchungen, kritische Wertung und Schlußfolgerungen :

Es gibt einige Untersuchungen, die sich mit Wechselgebiß-Analysen, und speziell mit der Wechselgebißanalyse nach MOYERS beschäftigen, so daß gewisse Vergleichsmöglichkeiten mit Werten anderer Autoren möglich werden.

An anderer Stelle ist bereits auf einige Untersuchungen hingewiesen worden.

Bei allen nachfolgenden Untersuchungen diente die Schublehre als Meßinstrument.

So stellt RICHTER (1974) in seiner Arbeit "die Kiefermodellanalyse nach MOYERS", lediglich die Methode vor und zeigt ihre Anwendung an Hand von Beispielen.

HERREN (1972) vergleicht in einer Untersuchung fünf Stützzonenanalysen miteinander.

Hinsichtlich der Genauigkeit stellt er eine Rangfolge auf, bei der die Wechselgebißanalyse von MOYERS, mit einem Irrtumsspielraum von rund + 1,6 mm vom Mittelwert aus betrachtetm respektabel abschließt. Bei der vorliegenden Untersuchung wird eine Schwankung von 5 % bezogen auf den Mittelwert erreicht, was einer Abweichung von etwa 1,12 mm entspricht. Weitere Vergleiche zwischen den beiden Untersuchungen können jedoch nicht angestellt werden, da HERREN nicht exakt angibt unter welchen Bedingungen, mit welcher Meßvorschrift und wieviele Fälle überhaupt untersucht wurden.

PFYFFER (1972) bestimmt den systematischen Sehnenbogenfehler für kieferorthopädische Stützzonenanalysen und gibt Korrekturgrößen an.

Die Untersuchung von DROSCHL, GÜLLES und SAGER (1977) befaßt sich mit der Anwendung der Wahrscheinlichkeitstabellen von MOYERS.

Sie untersuchten die Gebisse von 70 männlichen und 70 weiblichen Probanden, wobei das Auswahlkriterium das Vorhandensein aller bleibenden Zähne war, die für die Messung notwendig sind. Gemessen wurde die Breite eines jeden Zahnes und daraus wurden die Summen SJ und E gebildet, jeweils immer an nur einem Modell pro Fall.

Durch diese unterschiedlichen Bedingungen und Größen, sowie die unterschiedlich große Anzahl der Fälle, ist kein direkter Vergleich der Ergebnisse ratsam.

Bei der Auswertung der Ergebnisse bedienen sie sich statistischer Methoden und überprüfen damit die Moyersanalyse. Sie bestimmen zwar Reliabilitätskoeffizienten zwischen SJ und E, Validitätsbetrachtungen jedoch, welche über die Gültigkeit der Methode Aufschluß geben werden ausgelassen.

Weiterhin ist unklar wie der Meßablauf erfolgte, und ob die Meßbedingungen im Sinne von Fremd- und Eigenmessung eingehalten wurden.

DROSCHL und Mitarbeiter kritisieren die Methode nach MOYERS in zwei Punkten :

1. Inhomogenität des amerikanischen Untersuchungsgutes hinsichtlich der Geschlechter, da nur eine Wahrscheinlichkeitstabelle gegeben wird.
2. Anthropometrische Unterschiede des Gebißaufbaues verhindern die universelle Gültigkeit der Wahrscheinlichkeitstabellen.

Jedoch kann gesagt werden:

Bei der Betrachtung der Mittelwerte für SI und E_1, E_2 bzw. E_3, E_4 zeigen sich nur geringe Unterschiede zu unserer Untersuchung; dasselbe gilt für die Standardabweichungen.

Bei den Werten für die Reliabilitätskoeffizienten zwischen SI und E sind die Ergebnisse nahezu identisch.

Weiterhin soll die Arbeit von GARDNER (1979) Erwähnung finden, die sich mit dem Vergleich von vier Vorhersagemethoden befaßt und dabei der Frage nachgeht, ob Kombinationen der Methoden miteinander bessere Ergebnisse zeigen als die einzelnen Verfahren alleine.

Er benutzt für seine Untersuchungen 41 Fälle mit jeweils einem Modell aus der Wechselgebißperiode und einem Modell mit abgeschlossenem Durchbruch der Stützzoneenzähne.

Alle Messungen wurden nur vom Autor selbst ausgeführt.

Auch bei dieser Untersuchung lassen Unterschiede der Meßmethode erkennen, welche einen direkten Vergleich der Werte nicht zulassen.

Es ergeben sich jedoch nahezu Übereinstimmungen für die Größe der Korrelationskoeffizienten Prognose / Endwert (Validität, $r_{tc} = 0,72$) und für die Regressionsgeraden.

Bei der Größe der Abweichung von Schätzung und tatsächlichem Wert ermittelt GARDNER 1,7 mm Überschätzung im Durchschnitt, ein Wert, der etwas größer ist, als der in dieser Untersuchung gefundene Wert.

Aus der Betrachtung der Literatur geht hervor, daß keiner der genannten Autoren sich so eingehend mit der Güte und Verlässlichkeit der Wechselgebißanalyse nach MOYERS beschäftigt hat, wie das in der hier vorgestellten Untersuchung geschieht. Bei keiner der Untersuchungen wurde eine annähernd große Zahl von Modellen vermessen.

Wir möchten daher annehmen, daß aufgrund der hier vorgelegten Untersuchungsergebnisse sichere Aussagen über die Verlässlichkeit und Gültigkeit der MOYERSanalyse möglich sind. Daß es sich nicht nur um Zufallsbefunde handelt, wird durch folgende Tatsache belegt :

- Betrachtet man Mittelwerte und Standardabweichungen der drei Meßreihen und vergleicht sie, so findet man geringe Abweichungen der Werte.
- Die Güte der Messung wird erkennbar im Vergleich der Korrelationskoeffizienten für die einzelnen Merkmale der drei Meßreihen. Hierbei fällt auf, daß nur kleine Abweichungen zwischen den Werten beider Untersucher bestehen.
- Große Übereinstimmungen bei den Werten für die Retestreliaibilität und Validität, sowie ihre Größe von $r_{tt} \geq 0,92$ und $r_{tc} \geq 0,73$, lassen den Schluß zu, daß die MOYERSanalyse eine gültige und verlässliche Methode zur Platzprognose im bleibenden Gebiß darstellt.
- Die Betrachtung der mittleren relativen Abweichungen, die bei dieser Untersuchung neben der korrelationsstatistischen Betrachtung vorgestellt wird, erweist sich als hilfreich für die Beantwortung der Frage nach der Gültigkeit und Zuverlässigkeit der Methode.
- Die Verteilung der Vorzeichen für die Prognosewerte und die Bedarfswerte für die Stützzonenlänge zeigt, daß in 86% bzw. 88,8% der Fälle richtig geschätzt wird, in 14% bzw. 11,2% jedoch falsch.

Als Schlußfolgerung aus den Ergebnissen der Untersuchung, und in Bezugnahme auf die in Kapitel 4.2. geäußerten Kritikpunkte läßt sich folgendes feststellen :

1. Der Stellenwert der Modellanalyse in der kieferorthopädischen Diagnostik ist als hoch zu bezeichnen, weil durch sie wichtige Orientierungswerte gewonnen werden können für die Beurteilung der Platzverhältnisse im bleibenden Gebiß.
2. Aufgrund der geringen Differenz von am Modell und im Mund gemessenen Werten, ist es möglich, Meßwerte zu übertragen.
3. Die Schublehre erweist sich als genaues und praktikables Meßinstrument, um Messungen am Kiefermodell mit guter Genauigkeit durchzuführen, und bei wiederholter Messung gute Übereinstimmungen zu erzielen.
4. Systematische Fehler aufgrund anthropometrischer oder geschlechtsspezifischer Unterschiede des Patientengutes waren nicht feststellbar.
5. Das 75 %- Niveau der Wahrscheinlichkeitstabellen erweist sich als praktikabel.
6. Eine interpretierbare Rechts-Links-Differenz für die Stützzonenlänge liegt nicht vor.

Aus den aufgeführten Ergebnissen der Untersuchung geht hervor, daß die Moyersanalyse eine gültige und verlässliche Methode darstellt, für die Beantwortung der Frage, ob Platzmangel im bleibenden Gebiß zu erwarten ist oder nicht.

Eine weitere Erhöhung der Sicherheit der Vorhersage ließe sich erreichen mit zusätzlichen Verfahren der Platzbestimmung, was besonders wünschenswert wäre im Hinblick auf unterschätzte Werte für die Stützzonenlänge.

6. Zusammenfassung :

Nach der Einführung, einer Literaturbetrachtung und der Vorstellung der Methode wird eine Untersuchung beschrieben, deren Aufgabe es ist, die Reliabilität (= Zuverlässigkeit) und Validität (= Gültigkeit) der Wechselgebißanalyse nach MOYERS zu ermitteln.

Dabei werden von zwei unabhängigen Untersuchern unter definierten Bedingungen 253 Fälle untersucht, wobei Modelle der Wechselgebißperiode und Modelle mit bleibendem Gebiß, jeweils Oberkiefer und Unterkiefer, Verwendung finden.

Es werden drei Meßreihen gebildet und mittels statistischer Auswertverfahren untersucht. Wir errechnen die Mittelwerte und Standardabweichungen für jedes Merkmal der drei Meßreihen.

Weiterhin die Retestreliabilitätskoeffizienten für alle Merkmale der drei Meßreihen und die zugehörigen Regressionsgeraden. Außerdem werden Validitätskoeffizienten bestimmt zwischen Prognosewerten und Werten für die Stützzonenlänge im bleibenden Gebiß. Die Auswertung der Meßergebnisse mittels der in Kapitel 5.2.2.2. angegebenen Methode dient zur Ermittlung der mittleren relativen Abweichungen zwischen Prognose und Bedarf für die Stützzonenlänge, zwischen Angebot und Bedarf für die Stützzonenlänge, und somit der Klärung der Frage nach der Reliabilität und Validität der Methode, sowie dem Seitenvergleich der Stützzonenlängen der vier Kieferquadranten. Die Verteilung der Vorzeichen wird angegeben zwischen Prognose und Bedarf für die Stützzonenlänge, und zwischen Platzangebot im Wechselgebiß und Bedarf im bleibenden Gebiß.

1. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der drei Meßreihen zeigen untereinander gute Obereinstimmungen.

2. Die Werte für die Reliabilität der einzelnen Merkmale ergeben Koeffizienten von $r_{tt} \geq 0,92$.
3. Die Rechts- Links- Differenz der Werte für die Länge der Stützzone ist verschwindend klein.
4. Die vorgestellte Untersuchung zeigt nahezu kongruente Ergebnisse mit denen MOORREES, welche der MOYERSanalyse zugrunde liegen, für die Betrachtung der Korrelationskoeffizienten zwischen dem Schneidezahnindex und der Stützonenlänge im bleibenden Gebiß. Sie liegen bei 0,53 für den Oberkiefer und 0,59 für den Unterkiefer.
5. Der Validitätskoeffizient wird mit $r_{tc} \geq 0,73$ angegeben.
6. Bei der Validitätsbetrachtung mittels der relativen Abweichungen der Prognose vom Bedarf finden wir Durchschnitte von etwa 5 %, bei einer Standardabweichung von 0,3 %.
7. Die gemessene Größe für die Länge der Stützzone im Wechselgebiß ist stets größer als die im bleibenden Gebiß. Im Durchschnitt um 10 % bei einer Standardabweichung von 0,7 %.
8. In 86 % der Fälle für den Oberkiefer, und 88,8 % für den Unterkiefer, sind die Prognosewerte größer oder gleich den tatsächlichen Werten, bei Verwendung des "75 %-Niveaus" der Wahrscheinlichkeitstafeln von MOYERS.

7. Schrifttum :

1. BERENDONK, I. Die Relation zwischen Schneidezahn- und seitlichen Ersatzzahnbreiten
Med.Diss. Mainz 1965
2. CLAUSS, G. und EBNER, H. Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen.
Harri Deutsch, Leipzig-Jena 1966
3. DROSCHL, H., GÖLLES, I. und SAGER, K. Über die Anwendung der Wahrscheinlichkeitstafeln von Moyers.
Inf.orthod.Kieferorthop. 2,
241 - 159 /1977)
4. EICHNER, K. Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung.
3. Auflage
Dr. Alfred Hüthig, Heidelberg 1974
5. FUHR, K. Die Abformung zahnarmer und zahnloser Kiefer.
Salzburger Vorträge
Zahnärztl.Mitt. 1,
18 - 24 (1967)
6. GARDNER, R.B. A comparison of four methods of predicting arch length
Amer.J.Orthod. 75,
387 - 398 (1979)

7. GERLACH, H. Der diagnostische Wert einer orthodontischen Gebißanalyse.
Dtsch.zahnärztl. Z. 5,
544 (1950)
8. HARDTWIG, E. Fehler- und Ausgleichsrechnung.
2. Auflage
Hochschultaschenbücher,
Mannheim 1968
9. HASELOFF, G. und
HOFFMANN, K. Kleines Lehrbuch der Statistik.
3. Auflage,
Walter de Gruyter, Berlin 1969
10. HERREN, P. Genauigkeitsvergleich verschiedener
Verfahren zur Stützonenanalyse.
Fortschr.Kieferorthop. 33,
139 - 146 (1972)
11. ILG, V.K. Vergleichende Untersuchungen zur
Feststellung der Abdruckgenauigkeit
von Alginatabformmassen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 5,
494 (1950)
12. JUNG, F. Die funktionell-elastische Deformation
des Kieferknochens und die Eigenbeweg-
lichkeit der Zähne.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 70,
17 (1960)
13. LIENERT, G.A. Testaufbau und Testanalyse.
2. Auflage
Julius Beltz, Weinheim-Berlin 1967

14. LIENERT, G.A. Testaufbau und Testanalyse.
3. Auflage
Julius Beltz, Weinheim-Berlin 1969
15. MAGNUSSON, G. Testtheorien.
Deuticke, Wien 1975
16. MARX, H. Zur Dynamik der aus der elastischen
Kieferdeformation stammenden Zahnbe-
wegungen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 7,
1310 - 1315 (1967)
17. MARX, H. Zur Relation zwischen Abbindeexpansion
von Gipsmodellen.
Dtsch.zahnärztl. Z. 31,
694 - 697 (1976)
18. MIETHKE, R.R. Über signifikante Asymetrien der
Zahnbreiten.
Quintessenz 5,
97 - 98 (1976)
19. MITTENECKER, E. Planung und statistische Auswertung
von Experimenten.
Deuticke, Wien 1976
20. MOORREES, C.F.A. Correlations among crown diameters
und REED, R.B. of human teeth.
Arch.oral.biol. 2,
685 (1964)

21. MOYERS, R.E. Handbook of orthodontics.
The year book publishers, Chicago
1959, 1963, 1967 und 1973

22. NAWRATH, K. Eine neue Tabelle zur Breitenbestimmung seitlicher Ersatzzähne.
Zahnärztl. Welt 69,
395 - 397 (1968)

23. NENNINGER, H. Die beiden Dentitionen und die Gebißstatik I und II.
Quintessenz 25,
76 - 86 und 79 - 86 (1974)

24. PFYFFER, G. Der systematische Sehnen/Bogenfehler bei der Platzbestimmung im Rahmen der kieferorthopädischen Stützzonenanalyse
Fortschr.Kieferorthop. 33,
147 - 158 (1972)

25. REICHENBACH, E. Kieferorthopädische Klinik und Therapie
und BRÜCKL, H. 7. Auflage,
Ambrosius Barth, Leipzig 1971

26. RICHTER, M. Die Kiefermodellanalyse nach Moyers
Zahnärztl. Praxis, 25,
392 - 395 (1974)

27. SACHS, L. Statistische Auswertmethoden.
2. Auflage,
Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1969

28. SCHMUTH, G.P.F. Kieferorthopädie.
Georg Thieme, Stuttgart 1973

29. SCHWARZ, A.W. Lehrgang der Gebißregulierung.
3. Auflage,
Urban und Schwarzenberg,
Wien-Insbruck 1961
30. SCHWINDLING, P. Über die Formveränderung der unmittel-
bar nach der Abdrucknahme mit Gips
ausgegossenen Alginatabdruckmasse und
ihre Ursachen.
Dtsch.zahnärztl. Z. 6,
1199 (1951)
31. SERGL, H.G. Neue Zahnbogenmaße und ihr diagnosti-
scher Wert.
Dtsch.Zahnärztebl. 23,
412 - 416 (1969)
32. SERGL, H.G. Das diagnostische Rüstzeug des kiefer-
orthopädisch tätigen Zahnarztes.
Dtsch.Zahnärztekalender 1978,
Carl Hanser, München
33. SIEBERT, G. Untersuchungen über die Reproduzierbar-
keit des okklusalen Reliefs durch ver-
schiedene Abform- und Modellmaterialien.
Dtsch.zahnärztl. Z. 30,
728 - 731 (1975)
34. SORG, M. Untersuchungen zur Meßgenauigkeit bei
den kieferorthopädisch-diagnostischen
Meßverfahren nach Pont und Korkhaus.
Med.Diss.Mainz 1977

35. SQUIRES, G.L. Meßergebnisse und ihre Auswertung.
1. Auflage,
Walter de Gruyter, Berlin-New York
1971
36. STUARD, H.A. und Kurzes Lehrbuch der Physik.
KLAGES, G. 7. Auflage,
Springer, Berlin-Heidelberg-
New York 1970
37. TONN, P. Über die mesiodistalen Zahnbreitenrela-
tionen der Zähne des Oberkiefers zu
denen des Unterkiefers bei normaler
und anormaler Okklusion.
Med. Diss. Berlin 1937
38. TRÄNKMANN, J. und Die akzelerierte Vertikalentwicklung
KLEIN, M.J. der Prämolaren nach pathologischer
Milchzahnresorption
Dtsch.zahnärztl. Z. 32,
730 (1977)
39. TRÄNKMANN, J. und Verteilung pathologischer Wurzelresorp-
KLEIN, M.J. tionen an Molaren der ersten Dentition
und ihre lokalen Folgen.
Fortschr. Kieferorthop. 39,
414 (1978)
40. UBERLA, K. Faktoren-Analyse.
2. Auflage,
Springer, Berlin-Heidelberg-
New York 1977

41. WEIKART, P. Werkstoff für Zahnärzte
4. Auflage,
Hanser, München 1966
42. WESTPHAL, W.H. Physikalisches Praktikum.
12. Auflage,
Friedrich Vieweg, Braunschweig
1966

Lebenslauf :

Am 23. März 1953 wurde ich als Sohn der Eheleute Heinz und Eva-Maria Sackreuther, geb. Mikosch, als zweites von drei Kindern in Worms am Rhein geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule in Frankenthal von 1960 bis 1965 wechselte ich auf das Albert-Einstein-Gymnasium in Frankenthal über, wo ich am 15. Mai 1973 das mathematisch- naturwissenschaftliche Abitur ablegte.

Zwischen dem Abitur und dem Studienbeginn im Fach Zahnheilkunde im Sommer 1974 an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz, leistete ich einen Teil des Grundwehrdienstes ab.

Nach zwei Semestern Studium bestand ich im März 1975 die naturwissenschaftliche Vorprüfung, und nach weiteren drei Semestern im Oktober 1976 die zahnärztliche Vorprüfung.

Im Juni 1979 schloß ich das Studium der Zahnheilkunde mit dem Staatsexamen erfolgreich ab.

Seit August 1979 arbeite ich als Assistenz Zahnarzt bei Herrn Dr. H. Schöffel in Budenheim.

Danksagung :

Ich möchte an dieser Stelle Herrn Prof.Dr.H.G. SERGL für die Oberlassung des Themas, für Literaturangaben und Hinweise zur Durchführung der Arbeit recht herzlich danken.

Außerdem möchte ich Herrn Dipl.Psych. WELLEK für die Beratung in statistischen Fragen meinen Dank aussprechen.

Druck + Erstellung

Kh. Reinartz

Fotokopier- u. Vervielfältigungscentrum

Münsterstraße 19/21

6500 M a i n z / Rh.

Telefon: 06131/22400

